**Старченко Валерій Миколайович. Наукові основи підвищення ефективності гальмування поліпщенням умов взаємодії коліс з гальмівними колодками і рейками : Дис... д-ра наук: 05.22.07 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Старченко В.М. Наукові основи підвищення ефективності гальмування поліпшенням умов взаємодії коліс з гальмівними колодками і рейками. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за фахом 05.22.07 – Рухомий склад залізниць і тяга поїздів, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Луганськ, 2008.  У дисертаційній роботі наведено результати теоретичного узагальнення і вирішення науково-технічної проблеми підвищення ефективності гальмування поліпшенням умов взаємодії коліс з гальмівними колодками і рейками завдяки розвитку теорії і використання нових науково обґрунтованих технічних рішень, що забезпечують підвищення ефективності роботи гальмівних та опорно - повертальних пристроїв, зниження інтенсивності зношування елементів системи «гальмівна колодка-колесо-рейка» і підвищення терміну служби.  Запропоновано концепцію і методи вирішення динамічних контактних задач для системи “колесо – рейка” в двовимірній і просторовій постановках з урахуванням осциляції ядер інтегральних рівнянь і принципу граничного поглинання, який характеризує внутрішнє тертя, що дозволило уточнити залежності для оцінки рівня і характеру розподілу контактного напруження, а також величини сили зчеплення при взаємодії рухомого складу і колії.  Розроблено нові гальмівні С-С колодки на основі вуглець - вуглецевих волокон з піровуглецевою матрицею і модифікаторами тертя для гальмівних пристроїв рухомого складу, а також антифрикційні самозмащувальні матеріали на основі капролону з наповнювачами у виді мінерального масла, дисульфіду молібдену і лускатого графіту для опорних пристроїв, котрі сприяють поліпшенню умов взаємодії в системі “гальмівна колодка-колесо-рейка”.  Шляхом чисельного моделювання нестаціонарного теплового процесу, що супроводжує процес колодкового гальмування рейкового рухомого складу, встановлено, що дослідні С-С колодки мають істотні переваги (до 20 і більше відсотків) у порівнянні із серійними композиційними колодками з усіх термічних показників, зокрема, щодо теплонапруженості поверхні тертя.  Теоретичні положення і розроблені математичні моделі, на підставі яких створено технічні рішення, адекватні реальним процесам в системі “гальмівна колодка – колесо – рейка”, що підтверджено комплексними експериментальними дослідженнями. | |
| |  | | --- | | У дисертації вирішено актуальну науково-технічну проблему підвищення ефективності гальмування рейкового рухомого складу поліпшенням умов взаємодії коліс із гальмівними колодками і рейками шляхом розвитку теорії та знайдення науково обґрунтованих технічних рішень, що забезпечують підвищення ефективності роботи гальмівних і опорно-повертальних пристроїв, зниження інтенсивності зношування елементів системи “гальмівна колодка - колесо - рейка” і підвищення строку їхньої служби. Теоретичні положення, математичні моделі і методи вирішення динамічних контактних задач взаємодії коліс із рейками, а також установлені закономірності контактної, фрикційної, динамічної і теплової взаємодії елементів у системі дозволили створити наукові основи поліпшення характеристик і умов взаємодії рухомого складу і колії.  За результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень зроблено такі висновки.   1. Одержала подальшого розвитку математична модель динамічної контактної взаємодії колеса і рейки з урахуванням осциляції ядер інтегральних рівнянь, принципу граничного поглинання і гармонійного збурення, що дозволило уточнити величину і характер розподілу контактних напружень. 2. Уперше отримано теоретичне вирішення динамічної контактної задачі щодо вертикальних коливань колеса на пружній ізотропній рейці з використанням точної факторизації ядра інтегрального рівняння, що дозволило одержати аналітичні залежності для кутів зрушення фаз і модуля комплексної амплітуди коливань колеса. 3. Отримано інтегральні рівняння для розв'язку контактних задач щодо руху колеса по пружній рейці і щодо руху клина в пружному шарі - рейці, що дозволяє виконати уточнені розрахунки колеса та рейки на міцність і жорсткість, а також прогнозувати розвиток тріщин і виконувати розрахунки на ресурс по втомному руйнуванню. 4. З урахуванням динамічного характеру вертикальної компоненти контактних напружень удосконалено просторову математичну модель руху локомотива із составом потягу, що дозволяє виконати поглиблені дослідження процесів силової контактної взаємодії колеса з рейкою. Моделюванням руху екіпажа встановлено, що підвищення ефективності гальмування і поліпшення умов взаємодії рухомого складу і колії найбільш раціональним чином можуть бути досягнуті завдяки створенню і використанню принципово нових фрикційних матеріалів у системі колодкового гальмування, що спричиняють зниження теплонапруженості, зменшення зношування і руйнуючого впливу колодок на поверхню катання коліс, а також застосуванням в опорних пристроях антифрикційних матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя для зменшення моменту опору повороту візків щодо кузова в плані. 5. Розроблено теоретичне обґрунтування, компонентний склад, структура, технологічні схеми виготовлення і конструктивне виконання нових гальмівних С-С колодок на основі вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів з піровуглецевою матрицею і модифікаторами тертя, які характеризуються високими та стабільними експлуатаційними властивостями в умовах зміни температури в широкому діапазоні. Уперше встановлено закономірності впливу на фрикційні характеристики якісного, кількісного й фракційного складу різних компонентів і модифікаторів тертя, що дозволяє створювати перспективні гальмівні колодки із заданими параметрами. 6. Уперше встановлені фрикційні характеристики гальмівного спряження “колісна сталь марки 2 – С-С колодки” у виді емпіричних залежностей від температури поверхні тертя, швидкості ковзання і питомого навантаження, які використовуються для розрахунків гальмівного шляху, часу гальмування та уповільнення, а також для створення автоматизованої системи регулювання і управління процесом гальмування. 7. Експериментальним шляхом визначено закономірності впливу різних компонентів і їхнього масового вмісту на коефіцієнт теплопровідності С-С колодок, що дозволяє створювати перспективні гальмівні колодки, котрі сприяють інтенсивному відводу теплоти із зони тертя і зменшують температурну напруженість на 20% і більше в порівнянні із серійними композиційними. Встановлено, що гальмівні С-С колодки, модифіковані гібридним зміцнюючим каркасом з мідною сіткою, карбідом бору та бором аморфним, мають коефіцієнт теплопровідності 20...48 *Вт/(мК)*, при середньотемпературному значенні відповідно 40, 29 та 34 *Вт/(мК)*, що значно перевищує аналогічні показники колодок типу ТІІР або фірми «BECORIT» – 0,8…3,3 *Вт/(мК)*. 8. Поставлено й вирішено методом кінцевих різниць теплову задачу нестаціонарного теплообміну в системі “гальмівні колодки – колесо – рейка”. Моделюванням встановлено часові і швидкісні характеристики зміни температури у фрикційних і контактних зонах для режимів руху, зупинного і екстреного гальмування в умовах застосування різних гальмівних колодок. Дослідні С-С колодки мають перевагу в порівнянні з композиційними до 20% по всіх термічних показниках. Перегрів поверхні тертя “колодка – колесо” у випадку екстреного гальмування на площадці тепловоза ТЕП 150 з початкової швидкості 160 *км/год* і натисненні на колодку 40 *кН* при роботі з композиційними колодками отримано на рівні 800*С*, для чавунних і фосфористих колодок – 325 і 345*С*, а для С-С колодок – 668*С*. 9. Математичне моделювання просторового руху локомотива із составом вагонів без заклинювання коліс, експерименти та пробні поїздки показали, що незалежно від фрикційних умов у контакті коліс із рейками для досягнення однієї й тієї ж величини гальмівного шляху натиснення на С-С колодки має бути у два рази менше, ніж для чавунних колодок. Дійсний гальмівний шлях при розрахунках за методикою ПТР і гальмуванні С-С колодками більш ніж у два рази менше, ніж при чавунних колодках, і на 8...10% менше, ніж при використанні серійних композиційних колодок. 10. Розроблено компонентний склад, структуру і засоби виготовлення антифрикційних самозмащувальних композиційних матеріалів на основі капролону В «У» з наповнювачами у виді мінерального масла, дисульфід молібдену й лускатого графіту, що характеризуються низьким і стабільним коефіцієнтом тертя в межах 0,05...0,07 при температурному режимі контактної поверхні тертя в діапазоні до 100*С*. 11. Експериментальними дослідженнями встановлено, що для полімерних накладок на основі капролону достатнім є введення рідкого мастила на поверхню тертя при початковій установці. Зниження моменту тертя в опорних пристроях становить більше 30 *%*у порівнянні з серійними, що поліпшує умови взаємодії коліс із рейками при русі в кривих і прямих ділянках шляху, зменшує силовий вплив, роботу сил тертя, інтенсивність зношування та підвищує термін служби коліс і рейок. 12. Розроблено і створено лабораторні, стендові та натурні експериментальні установки з вимірювально-реєструючими комплексами і програмним забезпеченням для проведення комплексних експериментальних досліджень, результати яких дозволили виконати оцінку адекватності теоретичних положень і розроблених математичних моделей реальним процесам у системі “гальмівна колодка - колесо - рейка”, при цьому розбіжність результатів з експериментальними даними не перевищує 15 %.   Практична цінність роботи підтверджена актами впровадження отриманих результатів «ХК «Луганськтепловоз» і ВАТ «ЛуганськПТІмаш» при створенні тепловоза ТЕП 150, у процесі проектування і розробки тепловозів, дизель - і електропоїздів ДПЛ-2, ДЕЛ-02, ЕПЛ 9Т, трамвайних вагонів. Економічний ефект від впровадження результатів наукової роботи наразі уточнюється в процесі дослідної експлуатації виробів з нових матеріалів на рухомому складі.  Основні наукові результати дисертаційної роботи використовуються в науково-дослідній роботі і навчальному процесі при підготовці бакалаврів, фахівців, магістрів і аспірантів за фахом «Рухомий склад і спеціальна техніка залізничного транспорту» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. | |