

Харківська державна академія залізничного транспорту

ПРИДУБКОВ Павло Якович

УДК 621.311.1.625.42

**ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ
РУХОМИМ СКЛАДОМ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО
УПРАВЛІННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ**

05.22.20 - Експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2001

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі “Електротехніка та електричні машини” Харківської державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Соболєв Юрій Володимирович
ректор Харківської державної академії
залізничного транспорту

Офіційні опоненти:
доктор технічних наук, професор **Загарій Геннадій Іванович**, Харківська державна академія залізничного транспорту, завідувач кафедри “Автоматика і комп'ютерні системи управління”;
кандидат технічних наук, доцент **Горкунов Борис Митрофанович**, Національний технічний університет “ХПІ”, доцент кафедри “Пристрої неруйнівного контролю”.

Провідна установа

Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, кафедра “Автоматика, телемеханіка та зв'язок”, Міністерство транспорту України, м. Дніпропетровськ.

Захист відбудеться 27.12.2001р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 при Харківській державній академії залізничного транспорту за адресою: Україна, 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: Україна, 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий 26.11.2001р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Запара В.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. В умовах ринкової економіки конкурентоспроможність залізничного транспорту України як на внутрішньому так і на міжнародному ринках визначається головним чином якістю послуг, що надаються ним, надійністю та безпекою транспортних процесів. Одним з основних шляхів підвищення конкурентоспроможності є використання нових технологій отримання вихідної для автоматизованих систем інформації, що забезпечує ефективне управління експлуатаційною роботою та якістю перевезень на залізничному транспорті.

Актуальність теми. Організація перспективних форм обслуговування транспортного процесу з допомогою відомих методів формування інформаційних повідомлень рухомих складом пов'язана з певними труднощами. Це обумовлено тим, що при реалізації процесу отримання вихідної інформації системами управління або потрібно оснащення вагонів спеціальними кодоносцями, або забезпечується перевищення рівня корисного сигналу над завадою, або викривляється змістовне значення інформаційного повідомлення при вилученні вагона з залізничного состава. Все це накладає обмеження на використання відомих методів формування інформаційних повідомлень

Головною умовою удосконалення процесу функціонування автоматизованих систем управління залізничного транспорту є отримання ними достовірних даних про рухомий склад, про параметри його руху (напрямок, швидкість, прискорення), номери та типи вагонів, їхніх вагових та ходових характеристик та ін. Висока достовірність вихідної інформації може бути забезпечена повною автоматизацією процесу її отримання, яка дозволить виключити вплив суб'єктивних факторів при створенні динамічної моделі перевізного процесу, забезпечити рішення задач оптимального управління залізничним транспортом, підвищити продуктивність праці робітників залізничного транспорту та знизити час простою вагонів.

Розглянута у дисертаційній роботі технологія формування вихідної інформації, яка включає розміщення закінченого кодового повідомлення на залізничному вагоні та використання магнітного стану кожного його колеса в якості сигналу одиничного розряду даного коду, не тільки виключає вплив розформування залізничного состава на достовірність інформації й забезпечує максимально

можливий рівень корисного сигналу, та дозволяє здійснити при необхідності зміну даних, що формується рухомим складом.

Таким чином, використання нової технології формування інформації рухомим складом, упровадження науково обгрунтованих технічних рішень, створених на основі теоретичних розробок даної дисертаційної роботи, дозволяє кваліфікувати її як актуальну, направлену на рішення важливої науково-технічної проблеми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі електротехніки Харківської державної академії залізничного транспорту в період з 1988 по 2001рр. Відповідно до планів науково-дослідних робіт академії, що проводяться в рамках галузевих програм Міністерства шляхів сполучення колишнього СРСР, Головного управління сигналізації та зв'язку МШС СРСР і НВО ЦНДКА з тем: “Автоматизированная система считывания инвентарных номеров подвижного состава с использованием ферромагнитных свойств бандажей колесных пар” (№ ГР0188000853; 1988р., 92 с.), в якій автор розробив схеми дистанційного управління процесу запису: “Разработка макета устройства регистрации зон намагниченности колес подвижного состава”, №ГР01880008273; 1988р. 10с., де автор обгрунтував технічні вимоги; а також у рамках науково-дослідних робіт Лисичанського НПЗ з теми “Разработка программы технического комплекса по диагностике работы автоматизированной системы дислокации и учета подвижных единиц”, 1993р., в якій автор здійснив реалізацію процесу нанесення інформації на вагони.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності управління експлуатаційною роботою та якістю перевезень на залізничному транспорті за рахунок автоматизації процесу отримання інформації про рухомий склад системами управління залізниці. Для досягнення поставленої мети необхідно провести такі наукові дослідження:

- провести аналіз відомих методів формування інформаційних повідомлень рухомим складом в системах управління залізничним транспортом;
- обгрунтувати вибір носіїв одиничного інформаційного розряду та кодового повідомлення;
- дослідити математичну модель опису процесу формування магнітного стану обода залізничного колеса;
- дослідити вплив геометричних параметрів реалізації постійного магнітного поля на величину вектора магнітної індукції, що здійснює зміну магнітного стану колеса;
- розробити метод кодування інформації, що формується залізничним вагоном;
- розробити математичну модель процесу розпізнавання залізничних вагонів;
- дослідити проблему самокомпенсації завад, що супроводжують процес відтворення магнітного стану залізничного колеса;
- провести функціональний синтез структур, які реалізують процес формування інформаційних повідомлень рухомим складом залізниць.

Об'єкт дослідження-вихідні інформаційні повідомлення систем управління залізничним транспортом.

Предмет дослідження-технологія формування інформаційних повідомлень рухомим складом залізниць.

Методи дослідження. На теорії магнітного поля та теорії магнітостатики

базуються дослідження процесу формування магнітного стану колеса, ефективності його намагнічування та питань самокомпенсації завад при зніманні інформації з вагона. При рішенні проблем кодування інформації, що формується вагоном, використані методи теорії інформації та теорії кодування. За допомогою теорії розпізнавання образів розроблені вирішальні правила процесу опізнання вагонів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні аналітичних рішень проблем процесу автоматизації отримання вихідної інформації для систем автоматичного управління залізничним транспортом і автоблокування, обґрунтованих на використанні нових технологій формування інформаційних повідомлень рухомим складом, а саме:

- вперше доказано, що магнітні заряди, які утворюються в місці напресовки колеса на вісь в процесі його намагнічування, обумовлюють однополярне намагнічування обода колеса;
- доведена залежність ефективності намагнічування колеса від геометричних параметрів реалізації, що здійснює зміну магнітного стану носія інформації;
- вперше показано, що поділ кодового повідомлення на групи старших і молодших розрядів та відповідне розміщення їх на колесах одного та другого вагонних візків виключає вплив параметрів руху вагона на достовірність формування інформації;
- вперше доказано, що при відповідному розташуванні рецепторів ретини розпізнавання забезпечується самосинхронізація її вихідних сигналів, що виключає вплив швидкості та напрямку руху вагона на достовірність розпізнання і забезпечує визначення його ходових та вагових характеристик;
- вперше встановлено, що відповідне розташування відносно площини катання рейки та її осі симетрії включених в суміжні плечі мостової схеми пасивних магніто-зв'язаних індуктивностей забезпечує самокомпенсацію завад при зніманні інформації з вагона.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. В дисертаційній роботі проблеми процесу формування інформації рухомим складом досліджені за допомогою математичних моделей, що описують дані явища. Отриманим науковим результатам відповідають виведенні шляхом математичних перетворень функціональні та аналітичні залежності, які виражені математичними формулами.

Таким чином, обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, підтверджених експериментальними дослідженнями, доказані аналітичними методами, які виключають помилки.

Наукове значення роботи. Розглянута технологія формування інформаційних повідомлень рухомим складом в цілому являється вкладом в подальший розвиток теоретичних основ удосконалення експлуатації залізничного транспорту. Теоретичні результати таких розробок як обґрунтування можливості формування магнітного стану колеса, що забезпечує однополярну намагнічуваність його обода; метода кодування інформації, яка переноситься залізничним вагоном; а також відповідних вирішальним правилам розпізнання функції вихідних сигналів ретини розпізнання, що самосинхронізуються, здійснених за допомогою відповідно теорії магнітостатики, теорії кодування, та теорії розпізнавання

образів, не мають аналогів.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені в дисертації наукові положення призначені для створення систем автоматичного управління залізничним транспортом, систем автоблокування та систем ідентифікації рухомого складу. Їх практичне використання дозволяє здійснити автоматизацію отримання вихідної для систем управління інформації, що виключає вплив суб'єктивних факторів на процес управління експлуатаційною роботою залізничного транспорту. Крім того, отримані наукові результати рішення проблеми визначення ходових та вагових характеристик транспортних одиниць і розпізнання вагонів. Простота конструкцій та технічних засобів, що реалізують розглянуту технології формування інформаційних повідомлень рухомим складом дозволяє використовувати дані реалізації у важких польових умовах експлуатації залізничного транспорту, забезпечуючи при цьому високу надійність їх функціонування.

Наукові положення та результати дисертаційної роботи використані при впровадженні автоматизованої системи обліку та дислокації рухомих одиниць на Лисичанському НПЗ, а також на Державному науково-виробничному об'єднанні “Харківський електромеханічний завод”, якому продана ліцензія на використання патенту України №23189А (акт про впровадження від 29 листопада 2000г. ГР00213782.)

Особистий внесок здобувача. Всі положення і результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. В роботах, що опубліковані у співавторстві дисертанту належить: [1] - розробка математичної моделі опису процесу формування магнітного стану обода залізничного колеса; [2] - визначення функціональної залежності вектора магнітної індукції від геометричних розмірів реалізації магнітного поля, що здійснює намагнічування колеса; [3] - розробка метода кодування інформації, що передається вагоном; [4] - визначення вирішальних функцій процесу розпізнавання залізничних вагонів; [5] - рішення проблем відтворення магнітного стану колеса та самокомпенсації завад, що супроводжують даний процес, за допомогою пасивних індуктивних перетворювачів.

Апробація роботи. Основні матеріали і результати дисертаційної роботи докладались і одержали схвалення:

- на всесоюзній науково-практичній конференції “Проблеми підвищення надійності та безпеки технічних пристроїв залізничного транспорту” (Москва, 1988г.);
- на 12-й міжнародній школі-семінарі “Перспективні системи управління на залізничному, промисловому та міському транспорті” (м. Алушта, 1999р);
- на 14-й міжнародній школі-семінарі “Перспективні системи управління на залізничному, промисловому та міському транспорті” (м. Алушта, 2001р);
- на щорічних науково-технічних конференціях Харківської державної академії залізничного транспорту і спеціалістів Південної залізниці (м. Харків, 1988-2001рр.).

Публікації. Основні положення та результати дисертаційної роботи опубліковані в 6 друкованих роботах. Серед них: 5 статей в фахових виданнях та патент України. Додатково матеріали дисертації відображені в 3 статтях та 40

авторських свідоцтвах на винаходи.

Обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, викладених на 137 сторінках машинописного тексту, включає 21 рисунок, 1 таблицю, список літератури з 117 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовується актуальність теми дисертації, показано її зв'язок з науковими програмами і планами проведення науково-дослідних робіт Харківської державної академії залізничного транспорту. Формулюється мета, завдання досліджень, наукова новизна і практичне значення отриманих результатів. Виділяються основні наукові положення і результати досліджень, що виносяться на захист. Наводяться відомості про структуру дисертації, публікації, апробації робіт і особистий внесок претендента в наукових працях, опублікованих у співавторстві.

Розділ 1 містить аналіз вітчизняних і закордонних структур управління залізничним транспортом, який показує, що існуючі методи формування інформаційних повідомлень рухомим складом не забезпечують повну автоматизацію та високу достовірність отримання вихідної інформації системами управління.

Використання оптичних, радіотехнічних і радіаційних методів зчитування інформації для рішення проблеми формування даних транспортними одиницями не є ефективним, бо вимагає значних матеріальних витрат на виготовлення та установа кодоносіїв, і не охоплює увесь комплекс мір, необхідних для ефективного управління процесом виробництва.

Найбільш перспективними методами формування даних, що забезпечують високу достовірність відбору інформації з транспортних засобів, відносно простими в реалізації є магнітні методи, що ґрунтуються на використанні магнітних властивостей залізничних коліс.

Розділ 2 містить дослідження факторів, що впливають на ефективність процесу формування інформації рухомим складом залізниць; обґрунтування вибору носіїв одиничного розряду і кодового повідомлення інформації; дослідження процесу формування магнітного стану обох залізничного колеса; обґрунтування вибору місця розміщення та форми реалізації магнітного поля, що здійснює намагнічування колеса; дослідження функціональної залежності вектору магнітної індукції даного магнітного поля від геометричних параметрів його реалізації.

Вихідною інформацією процесу управління залізничним транспортом є номер транспортної одиниці. Тому оптимальному розв'язанню проблеми автоматичного формування інформації відповідає вибір в якості носія інформаційного розряду залізничного колеса, намагніченого тією або іншою полярністю чи розмагніченого, а носієм коду - всі колеса вагону.

Основним шляхом підвищення достовірності формування інформаційних потоків є створення умов, які забезпечують досягнення однополярної, максимально можливої остаточної намагніченості носія інформації.

Залізнична колісна пара складається з осі та двох надресованих на неї коліс.

Ідентичність їх хімічного складу свідчить про однаковість їхніх магнітних характеристик та магнітних властивостей.

Процес формування магнітного стану залізничного колеса може бути описаний аналітичним методом, в якому зовнішнє магнітне поле вважається однорідним, а місце напресовки колеса на вісь представляється в формі стислого за основною віссю, яка співпадає з напрямком магнітного поля, еліпсоїда. Матеріал даного еліпсоїда як і середовище, що його оточує, також вважаються однорідними. В цьому випадку

$$\vec{H}_i = \frac{\vec{H}_e}{1 + 4\pi(\mu_1 - \mu_2)}, \quad (1)$$

де \vec{H}_i - напруженість магнітного поля в середині еліпсоїда;

\vec{H}_e - напруженість зовнішнього магнітного поля;

μ_1 - відносна магнітна проникність середовища еліпсоїда;

μ_2 - відносна магнітна проникність матеріалу середовища, що оточує еліпсоїд.

Так як бокові поверхні сильно стислого еліпсоїда мають дуже малу кривизну, то у місці напресування індукція магнітного поля нормальна до його бокових поверхонь та однакова за обома сторонами цих поверхонь, тому:

$$\vec{J}_e = (4\pi - 1)\vec{J}_i, \quad (2)$$

де \vec{J}_e - намагніченість навколишнього середовища еліпсоїда;

\vec{J}_i - намагніченість матеріалу всередині стислого еліпсоїда;

Таким чином, у місці напресовки виникає стрибкообразна зміна потоку вектору намагніченості, що згідно положенням магнітостатики відповідає утворенню магнітних зарядів на боковій поверхні залізничного колеса протилежних за знаком магнітним зарядам бокової поверхні осі. Дана поляризація сприяє формуванню протилежної за знаком намагніченості обода, чим забезпечується стійкість у магнітному відношенні колеса в цілому.

Проведені дослідження і експерименти, а також аналіз вимог габариту будівель залізничного полотна та умов експлуатації залізничного транспорту свідчать про те, що оптимальною формою реалізації джерела магнітного поля, здійснюючого зміну магнітного стану колеса, є електромагніти постійного струму прямокутної форми, розташовані на залізничному полотні вздовж рейки у безпосередній близькості від неї протягом довжини кола колеса.

Спрощення опису математичної моделі електромагнітів запису без істотного впливу на його точність може бути досягнуте, якщо їх обмотки вважати однорідними, щільно намотаними та рівномірно розподіленими по їх боковим поверхням. Дана формалізація дає можливість при обчисленні індукції магнітного

поля контуру струму, що має складну форму, розбити цей контур на прямолінійні ділянки і визначити індукцію поля, як суму складових, зумовлених кожною ділянкою.

Величина магнітної індукції на поверхні катання рейки, наприклад, може бути визначена як сумарна складова векторів індукцій магнітних полів кожної прямолінійної ділянки всіх витків обмотки електромагніту.

Величина намагніченості обода колеса в основному залежить від величини вектора \vec{B}_y сумарної магнітної індукції, що перпендикулярний до поверхні катання рейки.

$$B_y = \frac{\mu I b}{2\pi} \left(\frac{1}{x\sqrt{b^2 + 4x^2}} - \frac{1}{\sqrt{h^2(b^2 + 4h^2) + x^2(b^2 + 8h^2) + 4x^4}} \cdot \frac{x}{\sqrt{h^2 + x^2}} \right) \quad (6)$$

Визначення результуючої величини магнітної індукції B_y електромагніта запису на поверхні катання рейки потребує інтегрування геометричної суми векторів за довжиною електромагніту.

Таким чином, ефективність зміни магнітного стану колеса визначається геометричними розмірами обмотки електромагніту.

Розділ 3 містить розробку методу кодування інформації, що формується вагоном, і дослідження проблеми розпізнання вагонів.

Істотний вплив на достовірність процесу формування інформаційних повідомлень мають такі дестабілізуючі фактори як невідповідність напрямку руху вагону чи його орієнтації при зніманні інформації з вагону аналогічним параметрам при запису інформації на вагон. Дана невідповідність обумовлює відсутність впевненості в тому, який саме код надійшов.

Рішення цієї проблеми однозначно пов'язано із створенням спеціальних надмірних завадостійких кодів. При формуванні даних транспортними засобами розрядність інформаційного повідомлення обмежена осністю вагона, тому поряд з високою достовірністю необхідно забезпечити високу інформаційну ємність повідомлення, яке формується.

Даним вимогам в повній мірі відповідає метод кодування, суттєвість якого полягає в наступному.

В процесі нанесення інформації на транспортну одиницю кодова група старших розрядів інформаційного повідомлення міститься на колесах одного вагонного візка зліва направо від першої колісної пари до наступних, а на колесах іншого візка даного вагону - справа наліво від останньої колісної пари вагона до попередніх – кодова група молодших розрядів цього повідомлення, код якої за величиною менший або рівний значенню кодової групи старших розрядів. Це забезпечує однозначну відповідність послідовності зчитування розрядів кожної кодової групи повідомлення їх дійсному розміщенню.

Виділення кодової групи старших розрядів повідомлення з двох зчитуваних з

вагона рівнозначно визначенню більшого за величиною коду даних груп.

Число кодових повідомлень N , яке переноситься залізничним вагоном, може бути визначено як сума арифметичної прогресії

$$N = \frac{\alpha_1 + \alpha_m}{2} \alpha_m, \quad (7)$$

де $\alpha_1 = 1$ - перший член даної прогресії;

$\alpha_m = 3^m$ - останній член даної прогресії, що означає максимальне число, яке міститься на колесах візка;

m - число коліс вагонного візка;

3 - алфавіт кодування, тобто основа системи зчислення, яка дорівнюється числу магнітних станів носія.

При цьому коефіцієнт K стиску інформації, яка формується транспортною одиницею дорівнює

$$K = \frac{N}{N_{\max}} = 0,5 \cdot \left(\frac{3^m + 1}{3^m} \right) > 0,5. \quad (8)$$

де $N_{\max} = 3^m$ - максимально можливе число кодових повідомлень що містяться на колесах вагону.

Таким чином, запропонований метод кодування забезпечує не тільки необхідну достовірність формування повідомлень, а також і високу їх інформаційну ємність.

Надійність формування інформаційних повідомлень транспортним засобом у великій кількості визначається ефективністю виділення кожного кодового повідомлення з масиву інформації, що формується залізничним складом. При формуванні інформації рухомим складом залізниць носієм кодового повідомлення є вагон. Тому проблема виділення кодового повідомлення рівнозначна задачі розпізнання залізничного вагону, рішення якої адекватно визначенню типу його візків.

Математична модель, що віддзеркалює основні риси процесу розпізнання візків вантажних вагонів є статистичною і припускає наявність апріорних відомостей про об'єкт, що розпізнається. В рамках цієї моделі до найбільш інформативних ознак залізничних візків вантажних вагонів відносяться: x_1 - кількість осей вагонного візка; x_2 - відстань між сусідніми осями зовнішньої та внутрішньої колісних пар; x_3 - відстань між сусідніми осями внутрішніх колісних пар вагонного візка. Для прийняття достовірного рішення в процесі розпізнання вагонного візка необхідно визначити значення усіх трьох ознак x_1, x_2 та x_3 .

Математична модель розпізнання головним чином визначається методом побудови вирішальних функцій. Реалізація вирішальних функцій безпосередньо пов'язана з використанням ретини, яка містить три розташованих друг за другом на залізничному полотні рецепторів.

Одиничні вихідні сигнали даних рецепторів є функціями відстані між осями колісних пар і описуються формулами, вираження яких визначається моделлю

розпізнавасямого візка. Так, переміщення в зоні дій ретини двовісного вагонного візка зумовлює формування сигналів на виходах її рецепторів, які можуть бути представлені наступними залежностями від відстані:

$$\mathcal{G}_1(\ell) = \begin{cases} 1 \text{ при } 0 \leq \ell \leq d; L_2 \leq \ell \leq L_2 + d \\ 0 \text{ при інших значеннях } \ell \end{cases}; \quad (9)$$

$$\mathcal{G}_2(\ell) = \begin{cases} 1 \text{ при } S \leq \ell \leq S + d; S + L_2 \leq \ell \leq S + L_2 + d \\ 0 \text{ при інших значеннях } \ell \end{cases}; \quad (10)$$

$$\mathcal{G}_3(\ell) = \begin{cases} 1 \text{ при } 2S \leq \ell \leq 2S + d; 2S + L_2 \leq \ell \leq 2S + L_2 + d \\ 0 \text{ при інших значеннях } \ell \end{cases}, \quad (11)$$

де $\mathcal{G}_1(\ell)$, $\mathcal{G}_2(\ell)$ і $\mathcal{G}_3(\ell)$ - функції, що описують процес формування сигналів на виходах відповідно першого, другого та третього рецепторів ретини розпізнавання;

L_2 - відстань між осями двовісного візка;

S - відстань між сусідніми рецепторами;

d - довжина хорди залізничного колеса, що перекриває зону дії рецептора.

Визначення відстаней між сусідніми колісними парами як і кількості колісних пар рівнозначно рішенням даних функцій, яке визначається їх самосинхронізацією.

Розділ 4 містить аналіз і формалізацію процесу відтворення магнітного стану обода залізничного колеса, розробку принципів самокомпенсації завад при зчитуванні інформації з залізничних коліс пасивними індуктивними перетворювачами.

Процес відтворення магнітного запису полягає в перетворенні просторової зміни напруженості магнітного поля носія інформації у відповідну тимчасову зміну того чи іншого електричного параметра. Ця зміна обумовлюється взаємодією магнітного поля, яке визначається, та допоміжного в об'ємі феромагнітних осередь індуктивних перетворювачів. Магнітний стан осереддя характеризується його магнітною проникністю μ^* . Зміна магнітної проникності осереддя викликає відповідну зміну індуктивності перетворювача, тому що вираження його індуктивності L може бути зображено як

$$L = Q(k)\mu_a^*(H_\Sigma), \quad (16)$$

де $Q(k)$ - коефіцієнт, який залежить від кількості витків обмотки перетворювача, його конфігурації та геометричних розмірів;

$\mu_a^*(H_\Sigma)$ - функція, що характеризує залежність магнітної проникності осереддя індуктивного перетворювача від напруженості магнітного поля носія інформації. Тобто індуктивність перетворювача визначається магнітним станом колеса.

Включення параметричних магніто-зв'язаних індуктивностей L_{I1} і L_{I2} та індуктивності L_2 суміжні плечі мостової схеми та їх відповідне розміщення відносно площини катання рейки та її осі симетрії дозволяє отримати таку реакцію сіх індуктивностей, яка не порушує рівноваги моста при одночасній дії на них дестабілізуючих факторів.

Діюче лише на індуктивність L_2 магнітне поле носія інформації зумовлює зміну реактивної складової вхідного опору мостової схеми, який змінюється в залежності від полярності даного поля і носить або індуктивний, або ємнісний характер, що дозволяє використати резонансні явища при визначенні магнітного стану залізничного колеса.

Розділ 5 містить функціональний синтез форм реалізації процесу формування інформаційних повідомлень складом залізниць.

Система, що реалізує процес ідентифікації рухомого складу включає в себе технічні засоби, здійснюючі запис та зчитування інформації, її кодування та розпізнавання вагонів. Перетворення вихідного кодового повідомлення у відповідні магнітні стани залізничних коліс виконується за два етапи. На першому виконується магнітна обробка колісних пар, яка полягає в їх намагнічуванні наперед заданою полярністю безпосередньо перед записом інформації. На другому здійснюється зміна магнітних станів тих коліс, полярність яких має бути іншою, не впливаючи на реверс магнітного поля. Завдяки цьому зменшується час перемагнічування залізничних коліс.

Так як відстань між рецепторами ретини розпізнавання вагонів є постійною, наперед заданою величиною, то часовий інтервал між передніми фронтами перших вихідних імпульсів двох рецепторів пропорційний швидкості руху першої колісної пари транспортної одиниці. Швидкості руху наступних колісних пар цього вагону відповідають проміжки часу між передніми фронтами наступних однойменних вихідних сигналів двох рецепторів. Таким чином, самосинхронізація вихідних сигналів ретини розпізнавання дозволяє здійснити визначення прискорення, а, значить і його ходові властивості та вагові категорії вагонів.

ВИСНОВКИ

Існуючі методи формування інформаційних повідомлень рухомим складом не забезпечують повну автоматизацію та високу достовірність отримання вихідної інформації системами управління, бо вимагають значних матеріальних витрат на виготовлення і установлення кодоносіїв, та складних технічних засобів для реалізації даних методів.

У дисертаційній роботі вирішена наукова задача вдосконалення методів і заходів технології формування інформаційних повідомлень рухомим складом залізниць за допомогою використання магнітних властивостей матеріалу коліс.

При цьому отримані наступні результати.

1. Показано, що носієм одиничного розряду вихідної для систем автоблокування та автоматичного управління інформації доцільно використовувати колесо залізничного вагону. Цей факт підтверджується експериментальними дослідженнями, які свідчать про те, що намагніченість обода даного колеса може бути однополярною. Застосування теорії магнітного поля та магнітостатики дозволяє аналітично довести достовірність даного наукового положення, так як при дії магнітного поля на колесо в місці його напресування на ось виникає стрибкообразна зміна вектора намагніченості

$$\vec{J}_e = (4\pi - I) \vec{J}_i$$

- що викликає магнітну поляризацію прилеглих поверхонь колеса та осі. Утворені при цьому магнітні заряди на поверхні колеса обумовлюють формування однополярного магнітного стану обода колеса. Використання отриманого результату дозволяє здійснити автоматичне отримання вихідної інформації системами автоблокування та автоматичного управління без обладнання транспортних одиниць спеціальними кодоносіями, а також виключити вплив прослизання коліс та розформування складу на достовірність інформації, формується рухомим складом.
2. Встановлено, що ефективність нанесення вихідної для систем автоблокування та автоматичного управління інформації на колеса транспортних засобів визначається геометричними параметрами реалізацій магнітного поля, здійснюючого зміну магнітного стану колеса залізничного вагону. Залежність магнітної індукції цього поля від геометричних параметрів його реалізації $B = F\{b, h, x\}$, виявлена в результаті проведення експериментальних досліджень, доказана аналітично за допомогою теорії магнітного поля. Отриманий науковий результат дозволяє створити реалізацію магнітного поля, здібну забезпечити необхідний високий рівень остаточної намагніченості обода колеса залізничного вагону, зменшити час зміни його магнітного стану, тим самим підвищити достовірність формування інформаційних повідомлень рухомим складом.
 3. Доведено, що розподіл формуемого повідомлення на групи старших та молодших розрядів, одна з яких за величиною більше чи рівна іншій, і розміщення старшої групи на колесах одного вагонного візка зліва на право від першої колісної пари до наступних, а молодшої групи на колесах другого візка даного вагону справа наліво від останньої колісної пари до попередніх забезпечує перешкодостійке кодування вихідної для систем автоблокування та автоматичного управління інформації, так як виключає вплив зміни орієнтації та напрямку руху транспортної одиниці на достовірність формування інформації. Аналітичний доказ достовірності отриманого результату дозволяє установити математичний вираз, що визначає кількість кодових повідомлень, розміщених на колесах вагона $N = 0,5 \cdot (\alpha_1 + \alpha_m) / \alpha_m$, який свідчить про їх високу інформаційну ємність. Практичне використання отриманого наукового результату дозволяє підвищити надійність автоматичного отримання вихідної інформації та забезпечує її високу інформаційну ємність.
 4. Встановлено, що розпізнавання типу вагону в системах автоблокування та

автоматичного управління рухомим складом рівнозначно розпізнаванню моделей вагонних візків, вирішальними правилами якого є функції, що самосинхронізуються. Для доказу достовірності даного факту використано математичний опис системою функції відстані послідовності вихідних сигналів рецепторів ретини розпізнавання і знайдено розв'язання даної системи, яке

можливо як що $L_3 < L_2 < S + d; S < L_4 + d; 2L_3 < 2S + d$. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що забезпечується здійснення достовірного розпізнавання типу вагона системами управління рухомим складом незалежно від швидкості та напрямку його руху, а також можливість визначення прискорення швидкості руху вагона та його ходових і вагових характеристик.

5. Показано, що самокомпенсація завад, що супроводжують процес зчитування інформації з вагона системами автоблокування та автоматичного управління, здійснима при такому розташуванні відносно осі симетрії рейки та її площини катання магніто-зв'язаних, включених в суміжні плечі мостової схеми індуктивностей, яке забезпечує рівновагу моста при дії завад і змінює його вихідний опір під час визначення магнітного стану колеса. Використання отриманого наукового результату в системах автоблокування та автоматичного управління рухомим складом дозволяє підвищити достовірність зчитування інформації з транспортних засобів, так як забезпечує компенсацію завад, що перевищують за рівнем корисний сигнал та змінюються під час зчитування, а також дозволяє здійснити реалізацію процесу відбору інформації з вагону простими технічними засобами.

Наукові положення та результати дисертаційної роботи використані при впровадженні автоматизованої системи обліку та дислокації рухомих одиниць на Лисичанському НПЗ, а також на Державному науково-виробничному об'єднанні "Харківський електромеханічний завод", якому продана ліцензія на використання патенту України №23189А (акт про впровадження від від 29 листопада 2000г. ГР00213782.)

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Соболев Ю.В., Бабаев М.М., Придубков П.Я.. Концепция новой технологии передачи данных подвижными составами железных дорог. Часть 1. Использование ферромагнитных свойств колес. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 1997- № 1. - С.74-78.
2. Бабаев М.М., Придубков П.Я., Соболев Ю.В. Концепция новой технологии передачи данных подвижными составами железных дорог. Часть 2. Реализация постоянного магнитного поля, формирующего заданную намагниченность носителя информации.// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 1997- №4. - С.57-61.
3. Бабаев М.М., Придубков П.Я., Соболев Ю.В. Концепция новой технологии передачи данных подвижными составами железных дорог. Часть 3. Кодирование магнитных состояний колесных пар. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 1998- №5. - С.83-85.
4. Бабаев М.М., Придубков П.Я., Соболев Ю.В. Концепция новой технологии

передачи данных подвижными составами железных дорог. Часть 4. Проблемы распознавания ж. -д. вагонов. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 1998- №6. - С.64-67.

5. Патент на винахід 23189А Україна МКИ G11 В 5/00, G0GK7/08. Спосіб визначення напряму магнітного потоку носія інформації. / Придубков П.Я., Соболев Ю.В., Соколов В.М., Пронін А.М., Прогонний О.М. Опубл. 19.05.98.

6. Придубков П.Я. К формированию информации подвижным составом с использованием намагничивания колес. // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. - 2000-№ 6-с.62-66.

АНОТАЦІЯ

Придубков П.Я. Формування інформаційних повідомлень рухомим складом в системах автоматичного управління залізничним транспортом.

Дисертація на здобуття ученого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2001р.

Дисертація присвячена питанням вдосконалення процесу управління залізничного транспорту за рахунок досягнення повної автоматизації процесу отримання вихідної інформації системами управління залізничним транспортом. В роботі здійснене математичне моделювання процесу формування однополярного магнітного стану обода залізничного колеса; формалізована залежність вектору магнітної індукції від геометричних параметрів реалізацій магнітного поля, що здійснює намагнічування коліс; розроблено метод кодування повідомлення, що формується рухомим складом, і вирішальні правила процесу розпізнання вагонів; досліджена проблема самокомпенсації завад, що супроводжують процес відтворення інформації; проведено функціональний синтез реалізації процесу формування даних рухомим складом залізниць.

Ключові слова:

математичне моделювання, магнітний стан, вектор магнітної індукції, метод кодування, вирішальні правила, самокомпенсація.

THE SUMMARY

Pridubkov P. Ja. Formation of Information messages by rolling-stock in railway automation control systems.

Thesis on a scientific degree award of the candidate of technical science on a speciality 05.22.20 - Operation and maintenance of transport means. Kharkiv State Academy of Railway Transport, Kharkiv, 2001.

The dissertation is devoted to the problems of improvement the railway transport operation by means of achieving the full automation of the process of getting initial information by railway transport operation systems. In this work the mathematical modeling of the process of formation onepolar magnetic state of railway wheel rim has been carried out, the dependence of magnetic induction vector upon geometrical sizes of magnetic field realization parameters has been formulated, the methods of encrypting the message formed by a rolling-stock and the decisive rules of the wheels

distinguishing process have been elaborated, the problem of selfcompensation of hindrances, accompanying the process of reproducing the information has been investigated, the functional synthesis of the data transfer by Rolling-stocks system has been made.

Key words:

mathematical modeling, magnetic state, magnetic induction, vector, method of encrypting, decisive rules, selfcompensation

АННОТАЦИЯ

Придубков П.Я. Формирование информационных сообщений подвижным составом в системах автоматического управления железнодорожным транспортом.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 - эксплуатация и ремонт средств транспорта. Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта. Харьков, 2001г.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования процесса управления железнодорожного транспорта за счет достижения полной автоматизации процесса получения исходной информации системами управления железнодорожным транспортом. В работе при осуществлении математического моделирования процесса формирования магнитного состояния железнодорожного колеса в соответствии с основными положениями магнитостатики доказано, что магнитные заряды, образующиеся на поверхности колеса в месте его напрессовки на ось, обуславливают однополярное намагничивание обода колеса по всей длине его окружности. Установлена зависимость вектора магнитной индукции от геометрических параметров реализации магнитного поля, осуществляющего изменение магнитного состояния колеса, показывает, что эффективность намагничивания определяется шириной и длиной обмотки данной реализации, которая должна быть расположена на железнодорожном полотне в непосредственной близости от рельсовых нитей в соответствии с требованиями габарита строений. Разработан метод кодирования формируемого сообщения, обеспечивающий однозначность соответствия считываемой с колес вагона информации записываемому коду, благодаря выделению в кодовом сообщении групп старших и младших разрядов и их соответствующему размещению на колесах вагонных тележек, при котором разряды старшей группы формируемого сообщения располагают на колесах одной вагонной тележки слева направо от первой колесной пары к следующим, а на другой вагонной тележке справа налево от последней колесной пары к предыдущей – разряды младшей группы данного сообщения. Выведены соответствующие решающим правилам распознавания вагонов самосинхронизирующие функции расстояния выходных единичных сигналов рецепторов ретины опознавания, позволяющие осуществить физическое выделение вагона и определение его ходовых и весовых характеристик. При этом обеспечивается определение не только направления движения транспортного средства, но и порядкового номера колесной пары вагонной тележки. Решена проблема самокомпенсации помех, сопровождающих воспроизведение магнитного состояния колеса, благодаря включению магнито-связанных

индуктивностей в смежные плечи мостовой схемы и соответствующему размещению их относительно поверхности катания рельса и его оси симметрии. Что позволяет использовать явление резонанса при считывании информации с вагона, а также обеспечивает равновесие мостовой схемы при действии магнитного поля помехи.

Ключевые слова:

математическое моделирование, магнитное состояние, вектор магнитной индукции, метод кодирования, решающие правила, самокомпенсация.