

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

АНАНЬЄВА ОЛЬГА МИХАЙЛІВНА

УДК 621.391:681.518

**УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНИХ КОЛІЙНИХ
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ РУХОМИМ СКЛАДОМ ЗАЛІЗНИЦЬ**

05. 22. 20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків 2008

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі “Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів” Української державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України

Науковий керівник

доктор технічних наук, професор
Соболев Юрій Володимирович,
Українська державна академія залізничного
транспорту, радник ректора

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Жуковицький Ігор Володимирович,
Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна, кафедра „Електронно -
обчислювальні машини”, завідувач кафедри

кандидат технічних наук, доцент
Поддубняк Володимир Йосипович,
Донецький інститут залізничного транспорту Української
державної академії залізничного транспорту, ректор

Захист відбудеться “ 06 ” листопада 2008 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.820.04 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків , майдан Фейєрбаха 7.

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

Автореферат розісланий “ ___ ” _____ 2008 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. П. Фалендиш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Ефективність роботи залізничного транспорту, його надійність і конкурентоспроможність в значній мірі залежать від експлуатованих на залізничних дільницях технічних засобів керування рухомим складом і їхньої відповідності вимогам рівня безпеки руху поїздів. Але на теперішній час основні пристрої і системи залізничної автоматики не відповідають необхідним техніко-експлуатаційним характеристикам, особливо на лініях міжнародних залізничних транспортних коридорів та дільницях із прискореним та швидкісним рухом, впровадження яких передбачається Концепцією розвитку залізничної інфраструктури України.

Актуальність теми. На залізничному магістральному транспорті та метрополітенах України і країн СНД широке застосування у системах безпечного керування рухом поїздів знаходять пристрої контролю стану залізничних ділянок та визначення місцезнаходження рухомого складу – безперервні колійні перетворювачі (БКП).

Найбільш перспективними з усіх існуючих БКП є безстиківі тональні рейкові кола (ТРК). Колійні перетворювачі відносяться до пристроїв залізничної автоматики, що безпосередньо впливають на безпеку руху поїздів та експлуатаційні показники перевізного процесу. Вони експлуатуються у складних умовах, при цьому на їх функціонування впливає ряд дестабілізуючих чинників, до основних з яких можна віднести збурення від тягового струму, грозових розрядів, високовольтних ліній електропередач та ін. Тому підвищення безпечності та надійності роботи БКП в таких складних умовах експлуатації є вкрай важливим. Становить інтерес дослідження можливості виявлення за рахунок удосконалення БКП додаткових інформаційних ознак, за якими можливе прийняття достовірного рішення про стан рейкової лінії, визначення параметрів руху поїзда (швидкість та прискорення) та параметрів поїздів. Такі інформаційні ознаки є важливими для удосконалення систем інтервального регулювання рухом поїздів (ІРП) для дільниць залізниць із змішаним рухом составів різних категорій.

Таким чином, тема даної дисертаційної роботи, що спрямована на розв'язання важливої науково-прикладної задачі удосконалення БКП автоматизованих систем ІРП залізниць шляхом формування в реальному часі додаткового інформаційного забезпечення про їхній стан і умови експлуатації, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі “Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів” Української державної академії залізничного транспорту згідно з планами науково-дослідних робіт академії, що проводяться в рамках галузевих програм у наукових напрямках Міністерства транспорту та зв'язку України за замовленням Державної адміністрації залізничного транспорту України за темами: “Теоретичні основи побудови координатної системи визначення місцезнаходження

поїзда на залізничній ділянці” № ДР 0106U004116 (2006-2008 рр.) – провідний виконавець і “Дослідження та вибір систем інтервального регулювання руху поїздів для швидкісних та високошвидкісних залізниць України” № ДР 0101U002464 (2006-2008 рр.) – виконавець.

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи – удосконалення безперервних колійних перетворювачів автоматизованих систем управління рухомим складом залізниць шляхом формування в реальному часі додаткового інформаційного забезпечення про їхній стан і умови експлуатації.

Для досягнення заданої мети необхідно вирішити такі науково-технічні задачі:

- провести аналіз існуючих БКП для впровадження нових методів і засобів контролю їхнього стану і умов експлуатації, включаючи обґрунтування структури й параметрів хвильових сигналів ТРК для підвищення ступеня їхньої інформативності;

- розробити математичні моделі, що дозволять встановити залежність структури й параметрів сигнального струму ТРК від наявності тріщини в рейці на ранній стадії її розвитку для побудови хвильових методів контролю параметрів рейкових кіл;

- розробити математичні моделі для виявлення параметрів відбитих хвиль сигнального струму від кінця рейкового кола або шунта для наукового обґрунтування методів вимірювання реальної швидкості руху й координати поїзда на ділянці залізниці;

- провести синтез квазіоптимальних вимірювачів сигнального струму ТРК на основі хвильових методів контролю їхнього стану і умов експлуатації;

- удосконалити математичну модель рахунку осей і контролю складу рухомих одиниць за значеннями аргументу вхідного опору живильного кінця БКП;

- провести синтез пристроїв формування оцінки початкових фаз інформаційних сигналів ТРК для реалізації методу визначення рухомих одиниць шляхом обробки послідовності осей.

Об'єкт досліджень – процес експлуатації безперервних колійних перетворювачів.

Предмет досліджень – методи та засоби контролю технічного стану рейкових кіл та параметрів руху залізничного транспорту.

Методи дослідження. При розробленні математичних моделей, що встановлюють залежність структури й параметрів сигналу кінця живлення ТРК від наявності тріщини в рейці, в роботі використані теоретичні основи електротехніки, а також теорія електричних кіл. При розробленні математичних моделей аналізу параметрів відбитих хвиль сигнального струму ТРК – теорія хвильових процесів, методи цифрового спектрального аналізу, теорія радіотехнічних кіл і сигналів. При проведенні синтезу квазіоптимальних вимірювачів інформаційних сигналів БКП – теорія оптимального прийому сигналів, теоретичні основи статистичної

радіотехніки, виміри в техніці зв'язку, електричні виміри. При проведенні моделювання процесів обробки інформаційних сигналів від колійних перетворювачів – теорія еволюційного синтезу систем.

Наукова новизна одержаних результатів. Вирішена науково-практична задача удосконалення безперервних колійних перетворювачів автоматизованих систем управління рухомим складом залізниць шляхом формування в реальному часі додаткового інформаційного забезпечення про стан рейкових кіл і умови їхньої експлуатації.

Вперше:

- розроблено математичну модель, яка описує процеси формування відбитих хвиль сигнального струму у БКП, що дозволяє визначати появу тріщин на ранній стадії їхнього виникнення;

- розроблено математичну модель, яка дозволяє отримати та досліджувати залежності параметрів сигнального струму від наявності шунта чи тріщин у рейці для побудови методів й пристроїв контролю стану ТРК;

- синтезовано квазіоптимальні вимірники інформаційних сигналів БКП, що дозволяють за критерієм максимуму правдоподібності виділити із загальної суміші відбитих хвиль сигнального струму окремі сигнали, що відбиті від тріщини, шунта й кінця лінії.

Удосконалено математичну модель функціонування ТРК за рахунок урахування впливу рухомого складу на характеристики колійних інформаційних сигналів ТРК, що дозволяє отримати додаткову інформацію про параметри руху поїздів.

Одержав подальший розвиток метод підрахунку кількості осей рухомого складу шляхом визначення аргументу вхідного опору живильного кінця БКП, що дозволяє отримати інформацію про тип, кількість і місце розташування вагонів у поїздах.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи впроваджено:

1. На ЗАТ “Інститут Харківський Промтранспроєкт” у 2007 р.:

- практичні рекомендації з розрахунку режимів роботи тональних рейкових кіл та їхніх первинних параметрів;

- практичні рекомендації щодо виявлення тріщини та місця її розташування в рейці безстикового рейкового кола;

- алгоритми роботи та функціональні схеми засобів автоматичного формування “фізичного образу” рухомого складу та виявлення довгобазних вагонів.

У результаті впровадження вищевказаних розробок підвищується:

- безпека руху за рахунок поліпшення якості та надійності функціонування тональних рейкових кіл;

- функціональна безпека засобів інтервального регулювання рухом поїздів за рахунок можливості автоматичного відновлення втраченої інформації при збоях у роботі устаткування систем залізничної автоматики;

- обсяг і вірогідність отриманої інформації про рух поїздів.

2. На ДП “Харківський метрополітен” у 2007 р.:

- математичні моделі тонального рейкового кола, що містять тріщину в рейці на ранній стадії її розвитку, та сигналів, відбитих від тріщини;

- методи аналізу, програмне забезпечення та алгоритми визначення стану рейки в місці ушкодження.

У результаті впровадження згаданих вище розробок підвищується рівень безпеки, а також безперервність руху електропоїздів за рахунок можливості своєчасного визначення появи дефектів рейкових ліній.

3. У навчальному процесі Інституту перепідготовки та підвищення кадрів Української державної академії залізничного транспорту при проведенні занять у групах факультету підвищення кваліфікації й підготовки спеціалістів та магістрів за спеціальностями:

- системи автоматики на перегонах у розділі „Сучасні системи автоматичного блокування”;

- спеціальні вимірювання та технічна діагностика пристроїв залізничної автоматики в розділі „Профілактичні та аварійні вимірювання в пристроях колійних датчиків”;

- колійні датчики в розділі „Тональні рейкові кола”.

Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів дисертаційної роботи складає 170,1 тис. (сто сімдесят тисяч сто) гривень, що підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача

Усі положення й результати роботи, які виносяться на захист, автором отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, дисертанту належать: у роботі [4] - аналіз ступеня інформативності сигналів живильного кінця ТРК при наявності впливу неоднорідності рейкової лінії; у роботі [5] - математичний опис оцінки величини впливу широкосмугових перешкод на роботу квазіоптимальних вимірювачів інформаційних сигналів колійних перетворювачів; у роботі [8] - аналітичне та числове моделювання хвильових параметрів сигналів живильного кінця ТРК; у роботі [13] - вимоги до сучасних засобів визначення місцезнаходження рухомого складу на дільницях залізниць; у роботі [14] - аналіз та обґрунтування умов забезпечення засобами залізничної автоматики безпеки руху поїздів на лініях різних класів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на:

- 17-20 міжнародних конференціях «Перспективні системи керування на залізничному, промисловому й міському транспорті» (м. Алушта, 2004 -2007 рр.);

- 66-70 міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії залізничного транспорту та спеціалістів залізничного транспорту й підприємств (м. Харків, 2004 - 2008 рр.);

- LXVI міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми й перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2006 р.);

- першій міжнародній конференції «Ресурсозберігаючі технології в експлуатації засобів транспорту в умовах реформування залізниць України» (м. Євпаторія, 2007 р.);

- першій міжнародній науково-практичній конференції «Електромагнітна сумісність на залізничному транспорті» (м. Дніпропетровськ, 2007 р.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано в 15 наукових працях. З них: 9 – у наукових журналах і збірниках наукових праць, які затверджені ВАК України як фахові; 6 – у матеріалах і тезах міжнародних конференцій.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Основний зміст роботи викладено на 168 сторінці і включає 146 сторінок тексту, 34 рисунки, 1 таблицю, список літератури з 138 назв на 15 сторінках, 4 додатки на 7 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі сформульовано мету й задачі досліджень, відображено загальну характеристику роботи та основні наукові положення, що виносяться на захист. Обґрунтовано актуальність теми, її наукову новизну й практичне значення. Наведено дані про методи досліджень, публікації, апробацію та структуру дисертації.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану і перспектив розвитку безперервних колійних перетворювачів автоматизованих систем управління рухомим складом залізниць. Наведено їхню характеристику й особливості застосування в системах електричної централізації й автоблокування.

Аналіз структур автоматизованої системи управління залізничним транспортом показує, що найбільш залежним від зовнішніх впливів елементом можна вважати БКП, який повинен формувати достовірну інформацію про місцезнаходження поїзда, параметри його руху, а також стан верхньої будови колії на станціях і перегонах.

Великий вклад у розвиток теорії й розроблення БКП внесли такі вчені, як Аркатов В.С., Баженов А.І., Бойнік А.Б., Бочков К.А., Брилеєв А.М., Гаврилюк В.І., Дмитренко І.Є., Жуковицький І.В., Загарій Г.І., Котляренко Н.Ф., Кравцов Ю.А., Лисенков В.М., Переборов А.С., Поддубняк В.Й., Разгонов А.П., Соболев Ю.В., Шишляков А.В. та інші.

Безперервні колійні перетворювачі, що експлуатуються, не дозволяють у повній мірі отримувати в реальному часі дані про умови роботи ТРК, склад і параметри руху поїздів. Тому для підвищення

ефективності перевізного процесу, безпеки руху та якості функціонування пристроїв залізничної автоматики виникає потреба у вирішенні науково-практичної задачі подальшого удосконалення БКП. Це дозволило сформулювати мету й задачі дослідження.

У другому розділі розглядаються теоретичні основи побудови хвильових методів контролю параметрів безперервних колійних перетворювачів. Елементом рейкового кола, що поширює сигнали від живильного кінця ТРК до тріщини в рейці, шунта або колійного приймача (КП), є рейкова лінія (РЛ). Будучи об'єктом лінійно - протяжним, вона на робочих частотах, характерних для ТРК, адекватно описується фізичною моделлю довгої лінії із втратами. Тому доцільно вести аналіз структури сигналу в РЛ, опираючись на їхню хвильову природу напруг і струмів. При цьому на живильному кінці ТРК одночасно існують падаюча й відбита хвилі. Перша з них характеризує тільки електричний стан передавача, і ніякої інформації про стан РЛ не несе. Друга ж у місці свого виникнення саме й зазнає впливу різних факторів, що діють у РЛ.

Залежність структури й параметрів сигналу живильного кінця ТРК від наявності тріщин у рейці позначимо

$$\dot{U}_{\bar{A}\partial\partial m} = \dot{U}_{11'\partial\partial m} \cdot e^{-\alpha(l-x)} \cdot e^{-\beta(l-x)}, \quad (1)$$

де $\dot{U}_{\bar{A}\partial\partial m}$ - комплексна амплітуда хвилі напруги живильного кінця ТРК, обумовленої тільки наявністю тріщини на відрізьку лінії довжиною $(l-x)$;

$\dot{U}_{11'\partial\partial m}$ - комплексна амплітуда хвилі напруги, викликаної тільки тріщиною;

α - кілометричний коефіцієнт загасання РЛ;

β - кілометричний коефіцієнт фази РЛ.

Типовим елементарним сигналом, використовуваним у ТРК, є прямокутний радіоімпульс. Він має ненульову ефективну ширину частотного спектра, на відміну від ідеального синусоїдального коливання. Задача аналізу й моделювання процесу поширення такого імпульсу в РЛ може бути розв'язана на базі математичного апарату аналізу сталих синусоїдальних коливань, якщо розглядати цей імпульс як фрагмент періодичної послідовності ідентичних йому імпульсів, тому дана послідовність має однозначне подання у вигляді ряду Фур'є. Таким чином, розрахувавши амплітуди й початкові фази всіх гармонік сигналу живильного кінця ТРК, можна шляхом наступного підсумовування цих гармонік відновити імпульсний сигнал і досліджувати його перекручування, обумовлені наявністю шунта або тріщини в рейці.

Для проведення моделювання відбитої хвилі сигнального струму рейкового кола вибрано рейкове коло з імпульсним живленням змінного струму із однією з стандартних частот $f_0 = 580$ Гц та частотою маніпуляції

$F = 8$ Гц, що не обмежує загальності досліджень. Тривалість імпульсу маніпуляції τ_s складає $T/2$. В ТРК використовується коливний генератор, який формує сигнал

$$e_{\bar{A}}(t) = \begin{cases} E_{\bar{A}m} \cdot \sin 2\pi f_0 t, & nT \leq t < \left(n + \frac{1}{2}\right)T; \\ 0, & \left(n + \frac{1}{2}\right)T \leq t < 2nT, \end{cases} \quad (2)$$

де $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Враховуючи імпульсний характер роботи ТРК, сукупність гармонік маніпульованого імпульсного сигналу генератора може бути подана рядом Фур'є

$$e_{\bar{A}}(t) = \sum_{k=0}^{\infty} V_{\bar{A}mk} \cdot \cos(k\Omega t + \beta_k), \quad (3)$$

де $\Omega = 2\pi F = 2\pi/T$ – кутова частота першої гармоніки;

$\beta_k = \arg \dot{V}_{\bar{A}mk}$ - початкова фаза k гармоніки;

$$V_{\bar{A}mk} = |\dot{V}_{\bar{A}mk}|.$$

Комплексні амплітуди гармонік $\dot{V}_{\bar{A}mk} = V_{\bar{A}mk} \cdot e^{j\beta_k}$ мають вигляд

$$\dot{V}_{\bar{A}mk} = \frac{2}{T} \int_0^T e_{\bar{A}}(t) \cdot e^{-jk\Omega t} dt. \quad (4)$$

Комплексні амплітуди гармонік ряду Фур'є для живильної ЕРС можна привести до вигляду

$$\dot{V}_{\bar{A}mk} = \frac{2E_{\bar{A}m}}{T(\omega_0 - k\Omega)} e^{j0,5[(\omega_0 - k\Omega)\tau_s - \pi]} \cdot \sin \left[\frac{(\omega_0 - k\Omega)\tau_s}{2} \right] + \frac{2E_{\bar{A}m}}{T(\omega_0 + k\Omega)} e^{j0,5[(\omega_0 + k\Omega)\tau_s + \pi]} \cdot \sin \left[\frac{(\omega_0 + k\Omega)\tau_s}{2} \right], \quad (5)$$

де $\omega_0 = 2\pi f_0$.

Відомо, що спектр амплітуд амплітудно - модульовального (в тому числі амплітудно - маніпульованого) сигналу є симетричним відносно несучої частоти f_0 і досить швидко спадає при віддаленні від неї. Оскільки гармоніки періодичного сигналу розташовані вздовж осі частот із кроком F , то частоті f_0 відповідає гармоніка з номером, найближчим до цілої частини дробу f_0/F , яка при вибраних $f_0 = 580$ Гц, $F = 8$ Гц дорівнює 72.

Використання формул (3) та (5) при моделюванні показало, що візуально точне відтворення амплітудно - маніпульованих імпульсів змінного струму відбувається при врахуванні в сумі (3) перших 200 гармонік. У ході моделювання обчислювалися часові залежності напруги $u_{\bar{A}}(t)$ падаючої хвилі живильного кінця ТРК, а також часова залежність сумарної відбитої хвилі $u_{\bar{A}^2\bar{A}\bar{A}}(t)$. Досліджувалося рейкове коло довжиною $l = 1$ км. Ця довжина є максимальною для безстикових тональних рейкових кіл. Досліджено ситуації, у яких тріщина була розташована на відстанях $x = 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ та $0,8$ від колійного приймача (рис.1). При цьому характер тріщини приймався або індуктивним, або ємнісним.

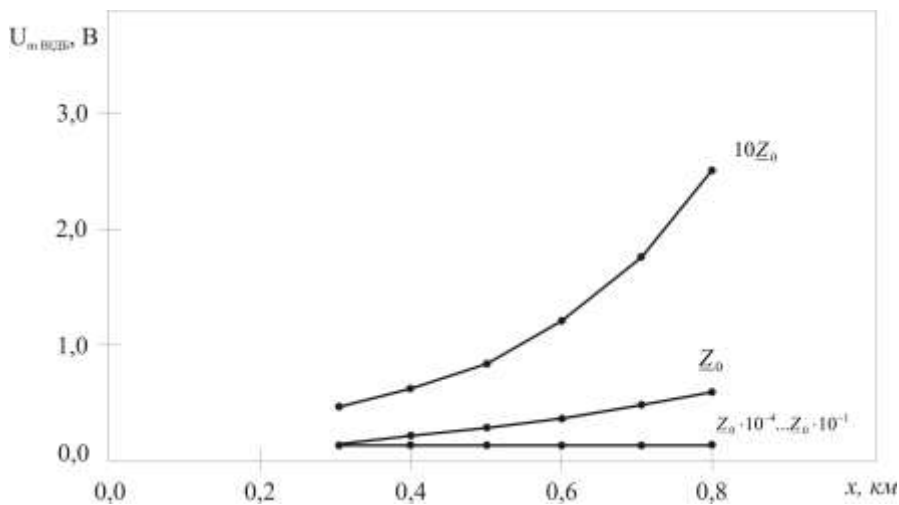


Рис. 1. Залежності амплітуди відбитого сигналу від відстані при індуктивному характері опору

Результати моделювання показали, що при несучих частотах ТРК амплітуда відбитого сигналу $U_{m\bar{A}^2\bar{A}\bar{A}}$ при індуктивному характері опору $Z_{\partial\partial}$ (тобто при частковому зламі рейки) залежить вже починаючи приблизно з $Z_{\partial\partial} > Z_0 \cdot 10^{-1}$ Ом як від $|Z_{\partial\partial}|$, так і від координати x розташування тріщини вздовж рейкової лінії. Випадок повного зламу рейки з можливим заповненням тріщини субстанцією, що проводить струм, було досліджено для двох обґрунтованих та розрахованих величин $C_{\partial\partial}$ - 73,5 пФ, 150 пФ.

Оцінення параметрів відбитого сигналу, обумовленого наявністю тріщини, проведено виходячи з умови:

$$u_{\bar{A}\bar{A}'}(t) = u_{\bar{A}}(t) + u_{\bar{A}\partial\partial}(t) + u_{\bar{A}\hat{E}\hat{A}}(t), \quad (6)$$

де $u_{\bar{A}\bar{A}'}$ - миттєве значення напруги живильного кінця ТРК без обліку завад;

$u_{\bar{A}}$ - миттєве значення напруги падаючої хвилі;

$u_{\bar{A}\partial\partial}$ - миттєве значення напруги хвилі, відбитої від тріщини;

$u_{\hat{A}\hat{E}\hat{A}}$ - миттєве значення напруги хвилі, відбитої від колійного приймача.

Дві останні складові $u_{\hat{A}\hat{O}\hat{U}}$, $u_{\hat{A}\hat{E}\hat{A}}$ несуть інформацію про параметри тріщини, що міститься в їхніх амплітудах, початкових фазах і часах затримки відносно $u_{\hat{A}}$. Напруга $u(t)$ генератора являє собою суму сигнальної складової $u_{\hat{A}\hat{A}'}(t)$ і завади $n(t)$, викликаної тяговим струмом, імпульсними сигналами систем електричної централізації й інших систем автоматики, а також флуктуаційними шумами. Фактичною завадою є й напруга $u_{\hat{A}}(t)$ падаючої хвилі, тому що вона не несе інформації про тріщину.

У роботі запропоновано здійснити компенсацію $u_{\hat{A}}(t)$ за допомогою розв'язувальних пристроїв. Тому одержимо

$$u(t) = u_{\hat{A}\hat{O}\hat{U}}(t) + u_{\hat{A}\hat{E}\hat{A}}(t) + n(t). \quad (7)$$

Значення вхідного сигналу $u(t)$ пристрою оцінення параметрів на інтервалі одного періоду T можна деталізувати після відповідних перетворень

$$u(t) = \begin{cases} n(t), & 0 \leq t < t_{\hat{O}\hat{U}}; t_{\hat{E}\hat{A}} + \tau_s \leq t < T; \\ U_{m\hat{O}\hat{U}} \cdot \sin[2\pi f_0(t - t_{\hat{O}\hat{U}}) + \varphi_{\hat{O}\hat{U}}] + n(t), & t_{\hat{O}\hat{U}} \leq t < t_{\hat{E}\hat{A}}; \\ U_{m\hat{O}\hat{U}} \cdot \sin[2\pi f_0(t - t_{\hat{O}\hat{U}}) + \varphi_{\hat{O}\hat{U}}] + U_{m\hat{E}\hat{A}} \cdot \sin[2\pi f_0(t - t_{\hat{E}\hat{A}}) + \varphi_{\hat{E}\hat{A}}] + n(t), & t_{\hat{E}\hat{A}} \leq t < t_{\hat{O}\hat{U}} + \tau_s; \\ U_{m\hat{E}\hat{A}} \cdot \sin[2\pi f_0(t - t_{\hat{E}\hat{A}}) + \varphi_{\hat{E}\hat{A}}] + n(t), & t_{\hat{O}\hat{U}} + \tau_s \leq t < t_{\hat{E}\hat{A}} + \tau_s, \end{cases} \quad (8)$$

де $U_{m\hat{O}\hat{U}}$ - амплітуда імпульсу, відбитого від тріщини;

$U_{m\hat{E}\hat{A}}$ - амплітуда імпульсу, відбитого від кінця лінії (від колійного приймача);

$t_{\hat{O}\hat{U}}$ - затримка обвідної імпульсу, відбитого від тріщини, стосовно обвідної імпульсу $u_{\hat{A}}(t)$;

$t_{\hat{E}\hat{A}}$ - така ж затримка імпульсу, відбитого від кінця лінії;

$\varphi_{\hat{O}\hat{U}}$ - початкова фаза заповнення імпульсу, відбитого від тріщини;

$\varphi_{\hat{E}\hat{A}}$ - початкова фаза заповнення імпульсу, відбитого від кінця лінії;

$\tau_s = 0,5\hat{O}$ - тривалість кожного з імпульсів;

f_0 - частота несучого коливання.

Таким чином, можна констатувати, що інформація про параметри тріщини (її місце розташування й ступінь зламу рейки) міститься в амплітуді й початковій фазі радіоімпульсу, спостережуваного на тлі смугового шуму з рівномірною спектральною щільністю потужності.

У **третьому розділі** проведено синтез структури квазіоптимальних вимірювачів інформаційних сигналів ТРК.

За методом максимуму правдоподібності отримано вирази, що описують процедуру оцінки амплітуди й початкової фази сигнальної складової процесу $u(t)$

$$\hat{U}_m = \frac{2}{\tau_s} \int_0^{\tau_s} u(t) \sin(2\pi f_0 t + \hat{\varphi}) dt ; \quad (9)$$

$$\hat{\varphi} = \operatorname{arctg} \frac{\int_0^{\tau_s} u(t) \cos 2\pi f_0 t dt}{\int_0^{\tau_s} u(t) \sin 2\pi f_0 t dt} . \quad (10)$$

На основі співвідношень (9), (10) розроблено структурну схему пристрою для виділення \hat{U}_m , $\hat{\varphi}$ (рис. 2).

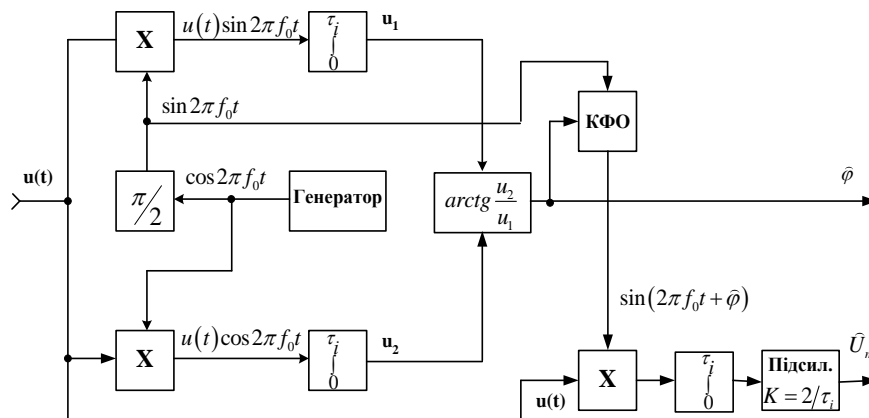


Рис. 2. Структурна схема пристрою формування параметрів відбитого сигналу живильного кінця ТРК:

КФО - керований фазообертач;

Підсил. – підсилювач з коефіцієнтом підсилення K ;

X – перемножувач.

Рішення про наявність тріщини приймається в результаті порівняння отриманих оцінок \hat{U}_m і $\hat{\phi}$ величин $U_{m\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}}$ і $\varphi_{\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}}$ з деякими граничними величинами. Оскільки зазначені вище оцінки одержують у результаті обробки вхідної напруги $u(t)$, що має випадкову складову, необхідно знайти ймовірнісні характеристики оцінок і насамперед – щільності їхніх імовірностей.

Відомо, що формована вимірником (рис. 2) оцінка \hat{U}_m амплітуди розподілена за узагальненим законом Релея. Відповідно до нього маємо для щільності оцінки \hat{U}_m

$$p(\hat{U}_m) = \frac{\hat{U}_m}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{\hat{U}_m^2 + \alpha^2}{2\sigma^2}\right) \cdot I_0\left(\frac{\alpha\hat{U}_m}{\sigma^2}\right), \quad \hat{U}_m > 0, \quad (11)$$

де $\sigma^2 = N_0/(2\tau_s)$;

$\alpha = U$;

$U_{m\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}}$ – істинна величина амплітуди відбитого радіоімпульсу;

$I_0(\cdot)$ - модифікована функція Бесселя нульового порядку.

Аналогічно оцінка $\hat{\phi}$ початкової фази розподілена за виразом, вигляд якого істотно залежить від відношення “сигнал/шум” $U_{m\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}}^2/\sigma^2$ і зі зростанням останнього є асимптотично нормальним з математичним очікуванням $\varphi_{\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}}$ і дисперсією

$$\sigma_\phi^2 = \frac{N_0}{2\tau_s U_{m\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}}^2}, \quad (12)$$

тобто має вигляд

$$p(\hat{\phi}) = \frac{1}{\sigma_\phi \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\hat{\phi} - \varphi_{\hat{A}^2\hat{A}\hat{A}})^2}{2\sigma_\phi^2}\right]. \quad (13)$$

Формування рішення про наявність тріщини «тріщина є» варто здійснити в кожному каналі (амплітудному й фазовому) пристрою (рис. 2) шляхом порівняння сформованої оцінки \hat{U}_m (або $\hat{\phi}$) із граничним значенням. При цьому, якщо виключити з розгляду відносно короткострокові етапи стрімкого розвитку тріщини, то можна вважати, що на часовому інтервалі тривалістю близько декількох десятків періодів проходження імпульсів статистичні характеристики її параметрів постійні

й, отже, розходження у величинах оцінок \hat{U}_m і $\hat{\phi}$ значною мірою пояснюється впливом завад.

За цих умов у роботі виконано уточнення оцінок параметрів сигналів U_m і ϕ шляхом визначення елементів кореляційної матриці вимірюваного процесу

$$\{\hat{\lambda}_i\} \quad (i=1,2,\dots,M), \quad \hat{\lambda}_i = \lambda_i + \xi_i,$$

де λ_i - величина довільного i -го члена послідовності;

M - довжина оброблюваної послідовності;

ξ_i - помилка вимірювання.

Рекурентне обраховування всіх елементів матриці дозволило істотно знизити вимоги до обчислювальної продуктивності процесора, на базі якого реалізується цифровий фільтр обробки сигналів, що веде до спрощення пристрою оцінки параметрів тріщини в рейковій лінії.

У четвертому розділі вирішена задача отримання інформаційних даних про склад та параметри руху поїздів. У результаті теоретичних досліджень встановлено можливість реалізації частотного методу вимірювання швидкості руху поїзда, що знаходиться у межах ТРК (рис. 3).

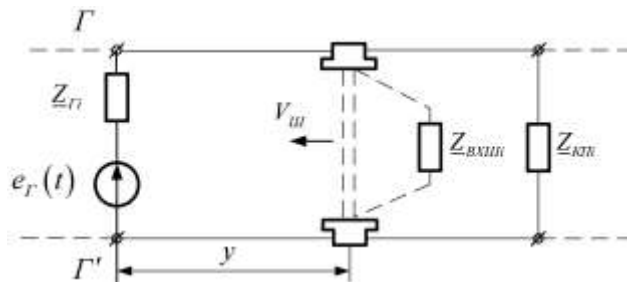


Рис. 3. Еквівалентна схема вимірювання швидкості руху поїзда:

$Z_{\tilde{A}i}$ - внутрішній опір генератора на частоті f_i ;

$Z_{\tilde{A}\tilde{O}\tilde{\phi}i}$ - вхідний опір рейкової лінії на частоті f_i ;

$Z_{\tilde{K}\tilde{I}i}$ - опір колійного приймача на цій же частоті.

Одержано вираз, що описує відбиту від шунта хвилю напруги для i -ї гармоніки, частота якої позначена як f_i . Комплекс миттєвого значення напруги падаючої хвилі в перетині шунта дорівнює

$$\dot{u}_{\phi i}(t, y) = U_{\tilde{A}mi} e^{-\alpha_i y} e^{j(2\pi f_i t - \beta_i y + \phi_{\tilde{A}i})}, \quad (14)$$

де $U_{\tilde{A}mi}$ - амплітуда i -ї гармоніки напруги генератора;

α_i - величина кілометричного загасання РЛ на частоті f_i ;

β_i - величина кілометричного коефіцієнта фази РЛ на частоті f_i ;
 $\varphi_{\bar{\lambda}i}$ - початкова фаза i -ї гармоніки напруги генератора.

Відбита від шунта хвиля поширюється у напрямку генератора, зазнаючи при цьому загасання α_i , й набуває додаткового набігу фази β_i , у силу чого комплекс її миттєвого значення набуває вигляду

$$\dot{u}_{\bar{\lambda}\varnothing i}(t, y) = \dot{u}_{\varnothing i}(t, y) \cdot e^{-\alpha_i y} \cdot e^{-j\beta_i y}. \quad (15)$$

Зрушення частоти відбитого від шунта сигналу визначено як

$$\Delta f_i = 2f_i \cdot \frac{v_{\varnothing}}{v_{\delta i}}, \quad (16)$$

де v_{\varnothing} – швидкість переміщення шунта;

$v_{\delta i}$ – фазова швидкість поширення в РК гармонічного коливання із частотою f_i .

Визначення величини швидкості переміщення шунта v_{\varnothing} за результатами вимірювання зрушення Δf_i частоти будь-якої з гармонік відбитої хвилі може бути реалізовано для ТРК4. Розглянуто три основних способи такої реалізації:

- підключення до затискачів Г-Г' (рис. 3) аналізатора спектра й наступне вимірювання зрушення Δf між максимумами спектра сигналу генератора й відбитого від шунта сигналу;

- вимірювання індивідуального частотного зрушення тільки однієї гармоніки шляхом попередньої частотної фільтрації сигналів;

- підключення до затискачів Г-Г' блока розв'язки генератора й відбитого сигналу з наступним спектральним аналізом його характеристик.

Для визначення складу рухомих одиниць, що знаходяться у межах БКП, проведено аналіз їхнього впливу на вхідний опір РЛ. Встановлено, що в залежності від місця розташування окремих осей рухомих одиниць аргумент φ_z вхідного опору ТРК3 змінюється у діапазоні від $4,08^0$ до $28,33^0$. Це дозволило провести синтез пристроїв формування оцінки початкових фаз інформаційних сигналів ТРК, що є оптимальними за критерієм максимуму правдоподібності, розробити граф-модель (рис. 4) пристрою підрахунку кількості осей (ППО) рухомих одиниць і запропонувати процедуру формування „фізичного образу” рухомого складу.

Роботу ППО можна розділити на такі режими, що реалізуються послідовно:

- контроль поточного вихідного сигналу ТРК;
- фіксація колісної пари;
- реєстрування й аналіз часових інтервалів між колісними парами;

- стоп зчитування інформації;
- обробка зчитаної інформації та передача її в канал зв'язку.

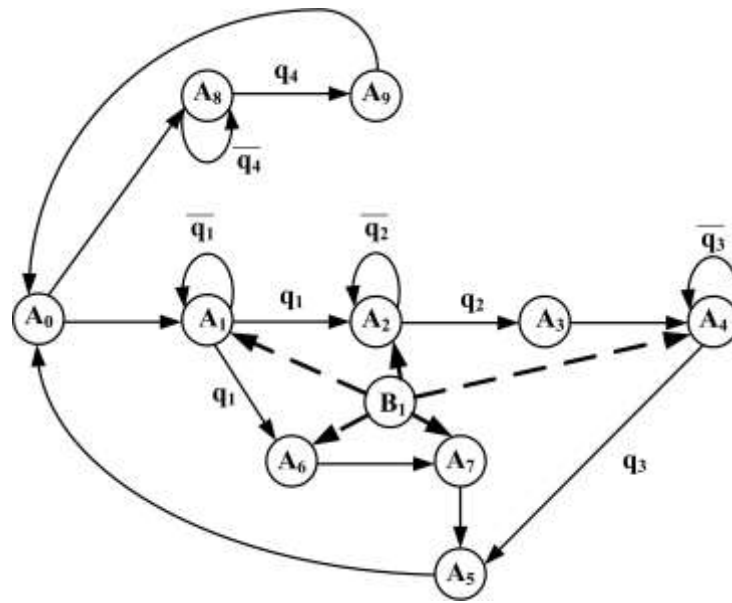


Рис.4. Граф-модель пристрою підрахунку кількості осей рухомих одиниць:

A_0 – оператор початку, символізує запуск апаратури та інсталяцію її складових;

A_1 – оператор аналізу стану БКП;

A_2 – оператор початкової установки, запуску ППО;

A_3 – увімкнення лічильника кількості колісних пар, який визначає збільшення осей на одиницю, увімкнення (старт) таймера;

A_4 – підрахунок загальної кількості осей та підрахунок реверсивного лічильника (визначення бази вагона), вимкнення (стоп) таймера, збереження даних. Фіксація повного проходження рухомого складу;

A_5 – формування масиву даних про рухомий склад;

B_1 – перехід з динамічного очікування за сигналами переривання від РК;

A_6 – вимірювання різниці фаз;

A_7 – визначення швидкості рухомого складу;

A_8 – перевірка наявності тріщини в РК;

A_9 – передавання даних про наявність тріщини;

q_1 – логічні умови (ЛУ) наявності рухомого складу;

q_2 – ЛУ наявності рухомої одиниці на живильному кінці ТРК;

q_3 – ЛУ повного проходження рухомого складу через точку зчитування;

q_4 – ЛУ наявності тріщини в рейковому колі.

Усі логічні умови набувають лише два значення: виконується умова, що перевіряється ($q_i=1$), або не виконується ($q_i=0$).

Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів дисертаційної роботи на ЗАТ “Інститут Харківський Промтранспроєкт” і ДП “Харківський метрополітен” складає 170,1 тис. (сто сімдесят тисяч сто) гривень, що підтверджено відповідними актами.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена важлива науково-прикладна задача – удосконалення БКП автоматизованих систем управління рухомим складом залізниць шляхом формування в реальному часі додаткового інформаційного забезпечення про їхній стан та умови експлуатації, що дозволяє підвищити безпеку руху.

На підставі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

- аналіз процесів функціонування систем залізничної автоматики свідчить, що існуючі БКП не надають необхідну інформацію про склад рухомих одиниць і наявність тріщин у рейках на початкових фазах їхнього утворення та розвитку. Тому виникає необхідність вирішення науково-прикладної задачі їхнього подальшого удосконалення;

- обґрунтовані теоретичні положення, які дозволяють створювати перспективні БКП на основі хвильових методів контролю, що дає змогу виявляти тріщини у рейках;

- розроблено математичну модель, яка встановлює залежність структури й параметрів сигналу на живильному кінці ТРК від координати розташування тріщини, що дозволяє виявляти місця ушкоджень та контролювати стан РК в усіх режимах її роботи. За допомогою моделі встановлено, що при малих величинах опору речовини, яка заповнює тріщину ($R_{\partial v} \leq 1,0$) Ом, результати моделювання близькі до випадку часткового зламу РЛ. Однак уже починаючи з $R_{\partial v} = 2,3$ Ом наявність та місце розташування тріщини суттєво впливають на різницю фаз $\Delta\varphi$ між напругою падаючої хвилі на живильному кінці РЛ і напругою сумарної відбитої хвилі. У той же час двократне збільшення ємності тріщини слабо впливає на величину $\Delta\varphi$. Це пояснюється тим, що ємнісна складова опору тріщини на частотах живлення ТРК значно перевищує його активну складову. Відносна похибка між результатами розрахунку й вимірювань не перевищує $\pm 2,5$ %;

- розроблено математичну модель, за допомогою якої досліджені характер зміни амплітуди та початкової фази сигналу на кінці живлення ТРК в умовах дії завад, що дозволяє визначити похибки їх вимірювання;

- синтезовано квазіоптимальні вимірювачі інформаційних сигналів БКП, які за критерієм максимуму правдоподібності оцінюють амплітуду й початкову фазу відбитих хвиль сигнального струму ТРК, що дозволяє виділити із загальної суміші окремі сигнали, відбиті від тріщини й кінця лінії;

- удосконалено математичну модель, яка встановлює залежність впливу рухомого складу на характеристики колійних інформаційних сигналів ТРК, що дозволяє отримати додаткову інформацію про параметри руху поїздів шляхом визначення зрушення частоти Δf_i відбитого від шунта сигналу. Для ТРК4 величина такого зрушення складає $\Delta f_i = 0,443$ Гц при часі спостереження $\Delta T = 2,26$ с, що цілком може бути реалізовано;

- удосконалено математичну модель, яка дозволяє досліджувати параметри складу рухомих одиниць, що знаходяться у межах ТРК на основі обробки послідовності оцінок осей. При цьому використано фазовий метод визначення наявності рухомих одиниць та встановлено, що достовірна інформація про рухомі одиниці може бути отримана за значеннями аргументу φ_z вхідного опору живильного кінця рейкового кола. Для стандартних частот живлення рейкових кіл цей аргумент змінюється в залежності від місця розташування осей рухомих одиниць у діапазоні від $4,08^0$ до $28,33^0$, що достатньо для побудови схем перетворювачів;

- результати виконаних досліджень впроваджено для розрахунку режимів роботи ТРК, у рекомендаціях щодо виявлення тріщин та процедурах формування „фізичного образу” рухомого складу, що підтверджено актами. Очікуваний економічний ефект складає 170,1 тис. грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці:

1. Ананьєва О.М. Розроблення системи напівавтоматичного блокування з використанням сучасних інформаційних технологій // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип.68. - С.108-118.

2. Ананьєва О.М. Синтез координатних систем інтервального регулювання рухом поїздів. Частина 1. Моделювання процесів управління // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. –2006. – № 2.- С. 63-66.

3. Ананьєва О.М. Удосконалення засобів інтервального регулювання рухом поїздів // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. –2006. – № 4.- С. 15-18.

4. Соколов Ю.В., Ананьєва О.М. Аналіз структури та параметрів сигналів колійних перетворювачів систем інтервального регулювання рухом поїздів // Перспективи розвитку рухомого складу залізниць: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип.76. – С.205-212.

5. Соколов Ю.В., Ананьєва О.М. Синтез квазіоптимальних вимірювачів інформаційних сигналів колійних перетворювачів систем залізничної автоматики// Телекомунікаційні системи та мережі на залізничному транспорті: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип.78. – С.184-195.

6. Ананьєва О.М. Моделювання напруги генератора сигнального струму рейкового кола при наявності тріщини в рейці// Удосконалення управління експлуатаційною роботою залізниць: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип.85. – С.253-261.

7. Ананьєва О.М. Удосконалення засобів інтервального регулювання рухом поїздів. Частина 2. Визначення рухомих одиниць шляхом обробки послідовності оцінок осей //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. –2007. – № 1. - С. 68-71.

8. Соболев Ю.В., Ананьєва О.М. Моделювання відбитої хвилі напруги сигнального струму рейкового кола// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. –2007. – № 5,6. - С. 74-81.

9. Ананьєва О.М. Частотний метод виміру швидкості руху шунта в тональних рейкових колах // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 80. - С.149-155.

Додаткові праці:

10. Ананьєва О.М. Анализ систем идентификации подвижного состава при ускоренном и скоростном движении поездов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Матеріали 17-ї міжнародної науково-технічної конференції, м. Алушта, 20-25 верес. 2004. – 2004. – №4,5 – С.105.

11. Ананьєва О.М. Вероятностные характеристики двухдатчикового устройства // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Матеріали 18-ї міжнародної науково-технічної конференції, м. Алушта. – 2005. – №5 – С.119.

12. Ананьєва О.М. Удосконалення технічних засобів автоматичного управління та інтервального регулювання рухом поїздів //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Матеріали 19-й міжнародної школи-семинара, г. Алушта, 11-16 сентября 2006. – 2006. – № 4 (додаток). – С. 3.

13. Кошевий С.В., Ананьєва О.М., Бойнік А.Б. Вимоги до сучасних систем інтервального регулювання руху поїздів // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы LXVI Международной научно-практической конференции. – Днепропетровск: ДИИТ, 2006. – С. 321.

14. Кошевий С.В., Соболев Ю.В., Ананьєва О.М. Основні напрямки розвитку засобів залізничної автоматики з урахуванням класу та категорії залізничних ліній // Электромагнитная совместимость на железнодорожном транспорте: Тезисы I Международной научно-практической конференции. – Днепропетровск: ДИИТ, 2007. – С. 69.

15. Ананьєва О.М. Реалізація процедури формування сукупності даних про „фізичний образ” рухомого складу на основі нейромережних модельних структур // Ресурсозберігаючі технології в експлуатації засобів транспорту в умовах реформування залізниць України: Тези Першої

міжнародної конференції, м. Євпаторія, 22-25 травня 2007 р. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – С. 49-50.

АНОТАЦІЯ

Ананьєва О.М. Удосконалення безперервних колійних перетворювачів автоматизованих систем управління рухомим складом залізниць. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту. Українська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2008 р.

Дисертація присвячена питанням удосконалення безперервних колійних перетворювачів автоматизованих систем управління рухомим складом залізниць шляхом формування в реальному часі додаткового інформаційного забезпечення про їхній стан і умови експлуатації.

Вперше проведено аналіз структури й параметрів хвильових сигналів безстикових тональних рейкових кіл, що дозволяє обґрунтувати теоретичні положення про можливість побудови і реалізації хвильових методів контролю їхнього стану. Розроблено математичну модель, яка встановлює вплив руху поїзда на частоту відбитого сигнального струму, що дозволяє визначати реальну швидкість руху й координати рухомого складу на ділянці залізниці за результатами вимірювання зрушення частоти будь-якої з гармонік напруги відбитої хвилі. Удосконалено математичну модель, яка дозволяє впровадити фазовий метод визначення наявності на ділянці залізниці рухомих одиниць шляхом обробки послідовності оцінок осей.

Ключові слова: безперервні колійні перетворювачі, рухомий склад, хвильові методи контролю, математична модель, сигнальний струм, відбиті хвилі.

АННОТАЦИЯ

Ананьева О.М. Усовершенствование непрерывных путевых преобразователей автоматизированных систем управления подвижным составом железных дорог. - Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 - эксплуатация и ремонт средств транспорта. Украинская государственная академия железнодорожного транспорта. Харьков, 2008 г.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования непрерывных путевых преобразователей (НПП) автоматизированных систем управления подвижным составом железных дорог путем формирования в реальном времени дополнительного информационного обеспечения об их состоянии и условиях эксплуатации.

В работе показано, что НПП относятся к роду устройств железнодорожной автоматики, которые оказывают непосредственное влияние на безопасность движения поездов и эксплуатационные показатели перевозочного процесса. Однако они находятся в очень сложных условиях эксплуатации и подвержены отрицательному влиянию ряда дестабилизирующих факторов. К основным из них можно отнести электромагнитное влияние тягового тока, высоковольтных линий электропередач, внешней среды и др.

Поэтому повышение эффективности эксплуатации НПП путём расширения их функциональных возможностей является крайне важным.

Впервые обоснованы теоретические положения, которые позволяют создавать перспективные НПП на основе волновых методов контроля их параметров, что существенно повышает эффективность эксплуатации систем железнодорожной автоматики.

Разработана математическая модель, которая устанавливает зависимость структуры и параметров сигнала на питающем конце тональной рельсовой цепи (ТРЦ) от координаты расположения трещины, что позволяет обнаруживать места повреждений и контролировать состояние рельсовых цепей (РЦ) во всех режимах их работы. С помощью полученной модели установлено, что при малых величинах сопротивления трещины ($R_{\partial\partial} \leq 1,0$) Ом, результаты моделирования соответствуют случаю частичного излома рельсовой линии (РЛ). Однако уже начиная с $R_{\partial\partial} = 2,5$ Ом наличие и местоположение трещины существенно влияют на разность фаз $\Delta\varphi$ между напряжением падающей волны на питающем конце РЛ и напряжением суммарной отраженной волны. В то же время двукратное увеличение емкости трещины слабо влияет на величину $\Delta\varphi$. Это объясняется тем, что емкостная составляющая сопротивления трещины на питающих частотах ТРЦ значительно превышает её активную составляющую. Относительная погрешность между результатами расчета и измерений не превышает $\pm 2,5$ %.

Разработана математическая модель, с помощью которой исследованы характер изменения амплитуды и начальной фазы сигнала на питающем конце ТРЦ в условиях действия помех, которая позволяет определить погрешности их измерения.

Проведен синтез квазиоптимальных измерителей информационных сигналов НПП, которые по критерию максимума правдоподобности оценивают амплитуду и начальную фазу отраженных волн сигнального тока ТРЦ, что позволяет разделять сигналы, отраженные от трещины и конца линии.

Усовершенствована математическая модель, которая устанавливает зависимость влияния подвижного состава на характеристики путевых информационных сигналов ТРЦ, что позволяет получить дополнительную информацию о параметрах движения поездов путем определения сдвига частоты Δf_i отраженного от шунта сигнала. Для ТРЦ4 величина такого

сдвига составляет $\Delta f_i = 0,443$ Гц при времени наблюдения $\Delta T = 2,26$ с, что может быть реализовано.

Усовершенствована математическая модель, которая позволяет определить тип подвижных единиц, находящихся в пределах ТРЦ на основе обработки последовательности оценок осей. При этом использован фазовый метод определения наличия подвижных единиц и установлено, что достоверная информация о подвижных единицах может быть получена по значениям аргумента φ_z входного сопротивления питающего конца РЦ. Для стандартных частот питания ТРЦ этот аргумента изменяется в зависимости от местоположения осей подвижных единиц в диапазоне от $4,08^0$ до $28,33^0$, что достаточно для построения схем преобразователей.

Результаты выполненных исследований использованы для расчета режимов работы ТРЦ, а также в рекомендациях относительно выявления трещин и процедурах формирования „физического образа” подвижного состава, что подтверждено соответствующими актами. Ожидаемый экономический эффект составляет 170,1 тыс. грн.

Ключевые слова: непрерывные путевые преобразователи, подвижной состав, волновые методы контроля, математическая модель, сигнальный ток, отраженные волны.

THE SUMMARY

Anan'yeva O.M. Improvement of continuous track converters of the automated control systems rolling stock on railways. - The Manuscript.

The dissertation on competition a scientific degree of Candidate of Technical Sciences on a speciality 05.22.20 - exploitation and repair of transport means. The Ukrainian state academy of railway transport. Kharkov, 2008.

The dissertation is devoted to the questions of improvement of continuous track converters for the rolling stock automated control systems on railways by means of supplying in real time the additional information support concerning their state and operating conditions.

For the first time the structure and parameters of wave signals of voice-frequency rail circuits has been analysed which allows to prove the theoretical statements as to the opportunity of construction and realization of a wave quality monitoring of their condition. The mathematical model which determines the influence of train movement on the frequency of the reflected signal current has been developed which allows to define the real speed of movement and rolling stock coordinates on the railway section according to results of the shift in frequency of any of the harmonics of the reflected wave measuring voltage. The mathematical model realizing a phase method of defining the presence of on a site vehicles the railway section has been elaborated by means of the sequence of axes estimations on. *Keywords:* continuous track converters, rolling stock, wave quality monitoring, mathematical model, signal current, reflected waves.

Ананьєва Ольга Михайлівна

УДК 621.391:681.518

УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНИХ КОЛІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМ СКЛАДОМ
ЗАЛІЗНИЦЬ

05. 22. 20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доцент Кошевий С.В.

Підписано до друку “ ___ ” _____ 2008 р.

Формат паперу 60x84 1/16.

Папір для множних апаратів.

Умовн.-друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0. Безкоштовно.

Замовлення № ____ Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТу. Свідоцтво ДК №2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу: 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.