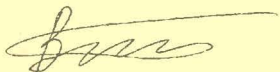


7134
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

ПРОФАТИЛОВ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ



УДК 656.25:621.318

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ НЕЙТРАЛЬНИХ
РЕЛЕ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ВИМІРЮВАННЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ**

05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 2002

НТБ
ДНУЗТ

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі “Автоматика, телемеханіка та зв’язок” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

Науковий керівник:

доктор фізико - математичних наук, професор **Гаврилюк Володимир Ілліч**, завідувач кафедри “Автоматика, телемеханіка та зв’язок” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Загарій Геннадій Іванович**, завідувач кафедри “Автоматика і комп’ютерні системи керування” Української державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту України, м Харків;
кандидат технічних наук, доцент **Муха Андрій Миколайович**, доцент кафедри “Автоматизований електропривод” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

Провідна установа:

Східноукраїнський національний університет, кафедра “Транспортні технології”, Міністерство освіти і науки України, м. Луганськ.

р. о 14 годині на засіданні
Дніпропетровського національного
ю 49010, м. Дніпропетровськ, вул.

і Дніпропетровського національного
ю 49010, м. Дніпропетровськ, вул.

2002 р.

Жуковицький І.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

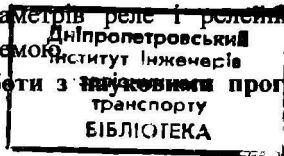
Вступ. Україна являється однією з провідних країн не тільки в Європі, але й у світі по насиченості магістральним та промисловим залізничним транспортом. Залізничний комплекс України складає більш 2000 станцій, більш 50000 стрілок та 22,5 тис. кілометри експлуатаційної колії. Реструктуризація економіки країни привела до зменшення обсягу залізничних перевезень. Тому в умовах ринкових відносин дуже важливо підвищити рентабельність і конкурентноздатність залізничного транспорту за рахунок упровадження сучасних технічних засобів, спрямованих на удосконалення експлуатації й ремонту засобів транспорту, технології перевізочного процесу, а також на підвищення безпеки перевезень і скорочення експлуатаційних витрат. Важлива роль у цьому належить комп'ютерно-інформаційним технологіям, автоматизації контролю технічного стану пристроїв залізничної автоматики та впровадженню автоматизованих робочих місць.

Актуальність теми. На сьогоднішній час електромагнітні реле є основними елементами пристроїв автоматики й телемеханіки на залізничному транспорті України. Концепція забезпечення безпеки руху поїздів в Україні ґрунтується на застосуванні реле першого класу надійності. Тому до них пред'являються особливі експлуатаційно-технічні вимоги. Безвідмовна робота реле можлива тільки за умови періодичного контролю його електричних, часових і механічних параметрів, а також своєчасного виявлення дефектів. Зараз на ремонтно-технологічних дільницях (РТД) в Україні практично відсутні технічні засоби для автоматизації перевірки параметрів електромагнітних реле першого класу надійності і релейних блоків електричної централізації. Існуюча технологія вимірювання параметрів реле в РТД достатньо трудомістка і має цілий ряд недоліків: велика кількість ручних операцій; низька точність вимірювання; висока суб'єктивність отриманих результатів; значні затрати часу на перевірку реле. Частина важливих механічних параметрів електромагнітних реле, що впливають на надійність роботи і комутаційний ресурс реле, зовсім не вимірюються, так як в РТД відсутні для цього технічні засоби.

Стенди для вимірювання параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики мають значні недоліки, що перешкоджає їх широкому впровадженню: невисока надійність роботи, значна вартість та вагогабаритні показники. До сьогодні не вирішені питання вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики без зняття кожуха.

Тому розробка методів і технічних засобів для автоматизації контролю й вимірювання параметрів реле і релейних блоків залізничної автоматики є актуальною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний



напрямок досліджень виконаний відповідно до Комплексної програми розвитку залізниці України і відображеної у Концепції розвитку комплексної системи керування й регулювання рухом поїздів, прийнятої 16.07.1998. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до науково-дослідної держбюджетної теми “Розробка методів і пристроїв автоматизованого контролю й вимірювання параметрів і характеристик релейних блоків залізничної автоматики”, яка виконувалась на кафедрі “Автоматика, телемеханіка та зв'язок” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, державний реєстраційний номер № 0199U001434.

Мета й задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення безпеки релейних систем залізничної автоматики, удосконалення технологічного процесу їх обслуговування і зниження експлуатаційних витрат за рахунок розробки методів та засобів автоматизованого вимірювання параметрів і характеристик нейтральних реле залізничної автоматики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

розробити математичну модель електромеханічних процесів, що протікають в електромагнітних реле залізничної автоматики з урахуванням особливостей їх конструкції;

- провести експериментальні та теоретичні дослідження електромеханічних процесів, що протікають у нейтральних реле залізничної автоматики для наукового обґрунтування методів автоматизованого вимірювання їх параметрів;

- розробити методи визначення часової залежності положення якоря реле в процесі перемикання й обчислення механічних параметрів нейтральних реле залізничної автоматики без зняття кожуха;

розробити метод автоматизованого визначення контактного тиску в електромагнітних реле залізничної автоматики типів НМШ і РЭЛ;

- запропонувати апаратну та програмну реалізацію методів автоматизованого вимірювання електричних, часових і механічних параметрів нейтральних реле залізничної автоматики.

Об'єкт дослідження – процес удосконалення контролю та вимірювання параметрів нейтральних реле залізничної автоматики.

Предмет дослідження – автоматизація контролю та вимірювання параметрів нейтральних реле залізничної автоматики.

Методи дослідження. При розробці математичної моделі електромеханічних процесів, які протікають у нейтральних реле залізничної автоматики, використані методи аналізу електричних і магнітних полів, теорія електричних кіл для двухпроводних електричних довгих ліній, теорія диференціальних рівнянь. При розробці методів автоматизованого вимірювання механічних параметрів реле використані методи чисельного інтегрування та теорія вигину пружної балки. При обробці експериментальних даних

використовувався апарат математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів:

уперше на основі розробленої математичної моделі електромеханічних процесів, що протікають у нейтральних реле залізничної автоматики, наведено наукове обґрунтування методів автоматизованого вимірювання механічних параметрів реле;

уперше розроблено методи автоматизованого визначення часової залежності координати якоря реле в процесі перемикання та вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики, що відрізняються від відомих тим, що не вимагають зняття кожуха реле;

розроблено метод автоматизованого вимірювання контактного тиску нейтральних реле залізничної автоматики на основі отриманих аналітичних залежностей, що зв'язують спільний хід контактів і контактний тиск;

розроблено метод обчислення електромагнітної сили притягання якоря реле залізничної автоматики, шляхом інтегрування динамічної кривої намагнічування з урахуванням електромагнітних процесів, що протікають при включенні реле.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в дисертації наукові результати дозволили розробити автоматизований вимірювальний комплекс для контролю та вимірювання електричних, часових і механічних параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики.

Розроблено програмне забезпечення для реалізації методів і алгоритмів автоматизованого вимірювання параметрів і характеристик електромагнітних реле залізничної автоматики.

Результати досліджень використано при виготовленні та випробуванні експериментального зразка автоматизованого вимірювального комплексу для контролю параметрів і характеристик електромагнітних реле залізничної автоматики, що підтверджується відповідним актом про впровадження. Оцінка техніко - економічної ефективності впровадження автоматизованого вимірювального комплексу для контролю параметрів реле залізничної автоматики показала, що його впровадження замість існуючого стенда дозволить збільшити продуктивність більш ніж у п'ять разів і знизити експлуатаційні витрати на 4000 гривень у рік при перевірці кожної 1000 електромагнітних реле в РТД.

Розроблені методи вимірювання параметрів реле можуть служити науковою базою для зміни планово - примусової технології обслуговування релейної апаратури на технологію періодичної профілактики по "стану" об'єкта, що дозволить збільшити термін служби й надійність роботи релейних пристроїв залізничної автоматики. Технічні рішення, що запропоновано в дисертації, дозволяють автоматизувати процес ведення документації в РТД і статистичну

обробку результатів перевірки пристроїв залізничної автоматики.

Особистий внесок здобувача. Усі положення й результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. В роботах, опублікованих у співавторстві, дисертанту належить: в роботах [1 - 3] автором запропонована математична модель електромеханічних процесів, які протікають в електромагнітних реле залізничної автоматики з урахуванням їх специфіки. В роботі [4] автором проведені експериментальні та теоретичні дослідження електромеханічних процесів, які протікають у нейтральних реле залізничної автоматики, що дозволило розробити методи автоматизованого контролю механічних параметрів реле. У роботі [5] автором розроблено метод автоматизованого вимірювання контактного тиску, заснований на особливостях конструкції реле залізничної автоматики. У роботах [6 - 7], а також у додаткових працях [1 - 2] автором розроблені методи автоматизованого вимірювання механічних характеристик нейтральних реле залізничної автоматики по формі струму в обмотці реле, які базуються на залежності параметрів магнітного кола реле від положення якоря. У додатковій роботі [3] автором виконана технічна реалізація датчика положення якоря, який використовується для експериментальних досліджень процесів у реле залізничної автоматики.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на:

Міжнародній конференції “Наука й освіта 98” (м. Дніпропетровськ, 1998 р.);

семінарі “Сигнализация, диспетчеризация и СЦБ на железнодорожном транспорте горнодобывающих предприятий” (м. Кривий Ріг, 1998 р.);

Науково-технічній конференції “Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления” (м. Гурзуф, 1999 р.);

Міжнародній галузевій науково-технічній конференції “Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта и роль молодых ученых в их решении” (м. Ростов-на-Дону, 2000 р.);

Міжнародній конференції залізничних спеціалістів ЮЖЕЛ (Югославія, м. Белград, 2000 р.);

- Міжнародній науковій сесії “Матеріали та технології XXI віку” (Польща, м. Катовіце, 2001 р.);

Міжнародній школі - семінарі з перспективних систем управління (м. Алушта, 2001 р.).

У повному об'ємі робота доповідалась на розширеному засіданні кафедри “Автоматика, телемеханіка та зв'язок” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту в 2002 році.

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано у десяти друкованих працях: чотири науково-технічні статті у фахових журналах, три

патенти на винахід, а також три додаткові праці в наукових журналах.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і чотирьох додатків. Повний обсяг роботи складає 160 сторінок машинописного тексту з них обсяг основного тексту 130 сторінок; додатків, списку використаних джерел, рисунків і таблиць 30 сторінок. Робота ілюстрована 44 рисунками, наведено 15 таблиць. Список використаних джерел складається з 118 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та задачі дослідження. Розглянуто зв'язок роботи з науковими програмами, планами й темами. Відображено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про апробацію та публікації результатів досліджень.

У першому розділі дисертації наведено класифікацію типів реле, що використовуються на залізничному транспорті України, а також розглянуто експлуатаційно - технічні вимоги до параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики першого класу надійності.

У розділі проведено аналіз методів і технічних засобів, що використовуються в РТД для вимірювання параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики. Проаналізовано основні недоліки існуючої технології перевірки релейних пристроїв в РТД. Технічні засоби для вимірювання параметрів реле, що використовуються в РТД, мають низьку точність та потребують багато ручних операцій, до того ж частина важливих механічних параметрів (нерівночасність замикання та розмикання контактів, сумісний хід контактів) не вимірюються зовсім, так як для цього відсутні технічні засоби. Статистичні дослідження, приведені в роботах Разгонова А.П. показали, що до 10% реле випускаються із РТД з браком, а величина міжконтактного зазору при перельоті якоря може відхилятися від норми до 35%. Резерви підвищення якості перевірки реле та продуктивності праці при використанні існуючої технології і вимірювальних приладах практично вичерпані, тому для усунення даних недоліків необхідне оснащення РТД стендами, що дозволять автоматизувати вимірювання параметрів і характеристик електромагнітних реле залізничної автоматики.

Проблемам автоматизації вимірювання параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики присвячені роботи Разгонова А.П., Байдужа А.М., Грачова Г.Н. та інших. Аналіз можливостей і технічних показників розроблених раніше стендів для автоматизованого вимірювання параметрів реле показав, що їх впровадженню і широкому поширенню заважає цілий ряд недоліків. Основними з яких є застаріла елементна база, висока вартість та низька надійність роботи,

складність в експлуатації. Не в одному з розроблених стендів не вирішено повністю питання автоматизації вимірювання механічних параметрів реле. На сьогоднішній час не розроблено універсального пристрою, який дозволяв би виконати комплексну автоматизацію вимірювання усіх параметрів реле, що нормуються в експлуатаційно-технічних вимогах до реле першого класу надійності.

Найбільшу трудність при автоматизації вимірювання параметрів електромагнітних реле викликає розробка пристроїв для вимірювання механічних параметрів реле. Огляд науково-технічної та патентної літератури дозволив класифікувати й провести аналіз методів автоматизації вимірювання механічних параметрів електромагнітних реле, який показав, що розроблені методи не дозволяють вимірювати значення механічних параметрів, а дають можливість тільки робити комплексну оцінку якості роботи реле. Методи, що використовуються у електротехнічній промисловості, не враховують специфіку конструкції реле першого класу надійності і тому не придатні для вимірювання параметрів реле і релейних блоків залізничної автоматики. На основі проведеного в роботі аналізу встановлено, що найбільш перспективним є метод обчислення механічних параметрів реле за формою струму, який протікає в обмотці при вмиканні реле. Для впровадження даного методу необхідно розробити його математичне забезпечення. Математичний апарат розрахунку електромагнітних реле наведено в роботах Вітенберга М.І., Гордона А.В., Сливинської А.Г. та Сотскова Б.С.

Відсутність ефективних засобів вимірювання параметрів і характеристик електромагнітних реле в РТД та необхідність підвищення безпеки руху поїздів, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення якості обслуговування пристроїв залізничної автоматики визначають актуальність мети й задач, поставлених у науковому дослідженні.

У другому розділі дисертації розроблено математичну модель та наведено результати експериментальних досліджень електромеханічних процесів, які протікають в електромагнітних реле залізничної автоматики з урахуванням особливостей їх конструкції.

Відповідно до поставленої у роботі мети, при розробці методів і засобів автоматизованого вимірювання параметрів і характеристик реле залізничної автоматики без зняття кожуха, доступними контрольними точками для діагностування реле є зовнішні виводи. На підставі цього розроблено таблицю функції несправностей для контролю електричних і часових параметрів реле залізничної автоматики, що дозволяє за допомогою набору елементарних перевірок визначити місце та тип несправності.

Аналіз набору елементарних перевірок показує, що апаратна реалізація автоматизованого вимірювання електричних і часових параметрів реле

залізничної автоматики зводиться до розробки програмного пристрою, що дозволяє вимірювати електричні параметри на зовнішніх виводах реле і контролювати логічні стани контактів. Розробка набору елементарних перевірок для автоматизованого вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики викликає певні труднощі. Це пов'язано, головним чином, із відсутністю методик вимірювання величини повітряного зазору між якорем і сердечником реле в процесі переключення, а також вимірювання сили притягання якоря.

Автоматизоване вимірювання механічних параметрів реле може бути виконано тільки за допомогою непрямих методів, що дозволяють обчислювати необхідні для цього параметри. Таким чином, для розробки методів контролю механічних параметрів реле необхідно розробити математичну модель об'єкта діагностування, що враховує конструктивні особливості реле першого класу надійності.

При роботі електромагнітного реле в ньому відбуваються складні електромеханічні процеси, для характеристики яких використовують наступні рівняння: рівняння електричного кола обмотки реле; рівняння магнітного кола електромагнітного реле; рівняння сили тяжіння електромагніта; рівняння руху виконавчої системи реле. Дані рівняння містять величини, необхідні для визначення механічних параметрів реле. Вхідними значеннями, що вимірюються на контрольних точках, є часова залежність струму $i(t)$ в обмотці при включенні реле, а також моменти замикання й розмикання контактів. Для рішення поставленої задачі необхідні додаткові дослідження процесів, що протікають у магнітному колі реле.

По конструкції магнітного кола електромагнітні реле залізничної автоматики НМШ і РЭЛ є реле клапанного типу. При розрахунку магнітного кола електромагнітного реле необхідно враховувати наявність робочого магнітного потоку в повітряному зазорі між якорем і сердечником Φ_g та потоків розсіювання Φ_g , що проходять повз робочого зазору (до того ж потік розсіювання в електромагнітних реле може складати до 40% від загального потоку).

Магнітне коло з розподіленою по сердечнику обмоткою являє собою активний чотириполюсник. Так як потікозчеплення змінюється по довжині обмотки, то величина магнітного потоку, що проходить через робочий повітряний зазор, буде набагато менше потоку в основі сердечника. Закон зміни магнітного потоку по довжині магнітопроводу визначається загальним рівнянням магнітного кола реле:

$$\frac{d^2 \Phi(x)}{dx^2} - \Phi(x) R_{\Sigma} g + \theta g = 0, \quad (1)$$

де x - відстань від основи сердечника; R_{Σ} - сума магнітних опорів одиниці довжини магнітопроводу (сердечника і ярма); g - магнітна провідність потоку

розсіювання на одиницю довжини магнітної цепі; $\Phi(x)$ - магнітний потік у магнітопроводу в розрізі з координатою x ; θ - намагнічуюча сила обмотки на одиницю довжини сердечника.

Усі існуючі методи розрахунку магнітного кола розрізняються способом рішення загального рівняння магнітного кола реле, а також прийнятими при цьому допущеннями. Аналітичне рішення рівняння (1), яке дозволяє визначити магнітний потік у будь-якому розрізі сердечника має вигляд:

$$\Phi_x = \frac{I_w}{I_c R_{\text{ж}} + R_{\delta} q} \left[1 + \frac{q R_{\text{ж}}}{I_c R_{\text{ж}}} \left(1 - \frac{\text{ch } x \sqrt{g R_{\text{ж}}}}{\text{ch } l_c \sqrt{g R_{\text{ж}}}} \right) \right], \quad (2)$$

де l_c - довжина сердечника реле; I_w - намагнічуюча сила; R_{δ} - магнітний опір робочого повітряного зазору реле; q - константа, що залежна від конструкції магнітопроводу реле.

Аналіз експериментальних залежностей розподілу магнітного потоку уздовж сердечника $\Phi = f(x)$ у нейтральних реле типів НМШ і РЭЛ показав, що для даних реле можна зневажати впливом магнітного опору повітряного зазору між сердечником і основою реле, тобто магнітний потік буде мати максимальне значення в основі сердечника. Цей висновок дозволяє значно спростити розрахунок магнітного кола реле НМШ і РЭЛ.

Експериментальні дослідження залежностей $\Phi = f(x)$ показали, що в електромагнітних реле залізничної автоматики типу НМШ і РЭЛ значення магнітного потоку розсіювання може досягати 25 - 30% від максимального магнітного потоку, тому даний параметр значно впливає на точність розрахунку магнітного кола реле. При відомому значенні магнітного потоку в основі сердечника Φ_0 вираз (2) можна записати у вигляді

$$\Phi(x) = \frac{I_w}{I_c R_{\text{ж}}} - \left(\frac{I_w}{I_c R_{\text{ж}}} - \Phi_0 \right) \sqrt{\frac{g}{R_{\text{ж}}}} \text{ch } x \sqrt{g R_{\text{ж}}} \quad (3)$$

Порівняльний аналіз експериментальних і розрахункових залежностей $\Phi = f(x)$ показав, що вираз (3) дозволяє досить точно визначати робочий магнітний потік Φ_{δ} у зазорі між якорем і сердечником для реле залізничної автоматики. Для реле РЭЛ максимальна розбіжність між експериментальними й розрахунковими даними не перевищує 5%, а для реле НМШ 4,3%.

В реле НМШ і РЭЛ потік розсіювання замикається між сердечником циліндричної форми і паралельно розташованим плоским корпусом. Провідність потоку розсіювання на одиницю довжини магнітопроводу для такого зазору визначається формулою

$$g = \mu_0 \frac{2\pi}{\ln \frac{h + \sqrt{h^2 + r^2}}{r}}, \quad (4)$$

де h - відстань між віссю сердечника та корпусом; r - радіус сердечника. Для реле РЭЛ при визначенні магнітної провідності розсіювання необхідно враховувати, що крім потоку розсіювання між сердечником і ярмом існує ще розсіювання між двома сердечниками магнітопроводу. З урахуванням того, що магнітні потоки в сердечниках реле РЭЛ спрямовані в протилежні сторони провідність для магнітного потоку розсіювання визначається формулою

$$g = \mu_0 \left(\frac{2\pi}{\ln \frac{h_1 + \sqrt{h_1^2 + r^2}}{r}} - \frac{\pi}{\ln \frac{h_2 + \sqrt{h_2^2 + 4r^2}}{2r}} \right), \quad (5)$$

де h_1 - відстань між сердечником і корпусом; h_2 - відстань між сердечниками реле.

Повітряний зазор між сердечником і ярмом у реле НМШ і РЭЛ представляє собою зазор між торцем циліндричного полюса і нахиленим під кутом плоским ярмом. Якщо припустити, що лінії магнітної індукції у даному повітряному зазорі складаються з дуг окружності з центром на осі обертання ярка, то провідність робочого повітряного зазору буде дорівнювати

$$G = \left(\mu_0 \frac{\pi d^2}{4\delta} \cdot 2\rho_1 \left(\rho_1 - \sqrt{\rho_1^2 - 1} \right) \right) + G_1, \quad (6)$$

де d - діаметр полюса сердечника, ρ_1 - поправочний коефіцієнт, що залежить від конструкції магнітопроводу реле, G_1 - провідність повітряного зазору для потоків випучування, δ - величина повітряного зазору між ярмом та сердечником реле по осі сердечника.

Магнітний опір одиниці довжини магнітопроводу дорівнює:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\mu_0 \mu_c S_c} + \frac{1}{\mu_0 \mu_{\text{яр}} S_{\text{яр}}}, \quad (7)$$

де μ_c і $\mu_{\text{яр}}$ - відносні магнітні проникності сердечника і ярма; S_c і $S_{\text{яр}}$ - площа розрізу сердечника і ярма. Відносна магнітна проникність μ визначається по основній кривій намагнічування $B = f(H)$ для даної марки сталі, що є основною характеристикою феромагнітних матеріалів.

Експериментальні дослідження статичних характеристик реле НМШ і РЭЛ дозволили встановити, що при включенні реле на етапі руху ярка практично відсутнє насичення магнітопроводу. Тільки по закінченні руху ярка, у процесі наростання струму в обмотці до встановленого режиму, магнітне коло реле входить в слабонасичений режим.

Розрахунок параметрів магнітного кола реле залізничної автоматики (табл. 1) показав, що при фіксованому значенні робочого повітряного зазору ($\delta = \text{const}$) і зміні струму в обмотці реле від 5 до 10 мА ($I_W = 100 - 190$ ампер - витків для реле НМШ і $I_W = 130 - 250$ ампер - витків для реле РЭЛ), тобто на ділянці

спрацьовування реле, зміна значень магнітного опору повітряного зазору R_δ не перевищує 1,5% для реле НМШ і 3,3% для реле РЭЛ.

Таким чином, однозначний зв'язок магнітного опору повітряного зазору R_δ між якорем і сердечником із положенням якоря δ , дозволяє використовувати дану залежність $R_\delta = f(\delta)$ для розробки автоматизованих методів визначення положення якоря й обчислення механічних параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики типів НМШ і РЭЛ.

Таблиця 1

Розрахунок параметрів магнітного кола реле НМШ і РЭЛ

	Реле НМШ			Реле РЭЛ		
	IW, А · витки	$\mu_{ст}$	$R_\delta \cdot 10^6$, А/Вб	IW, А · витки	$\mu_{ст}$	$R_\delta \cdot 10^6$, А/Вб
$\delta = 0,25$ мм	132	3799	0,672	197	3716	2,266
	176	3698	0,717	296	2709	2,737
$\delta = 1$ мм	132	3447	1,302	197	3733	4,380
	176	3778	1,322	296	3759	4,798
$\delta = 2$ мм	132	2984	2,032	197	3394	7,018
	176	3485	2,103	296	3793	7,330

Дослідження перехідних залежностей $i(t)$ при включенні реле разом із датчиками початку руху й зупинки якоря дозволило визначити характерні місця, що відповідають початку руху й моменту зупинки якоря (рис. 1).

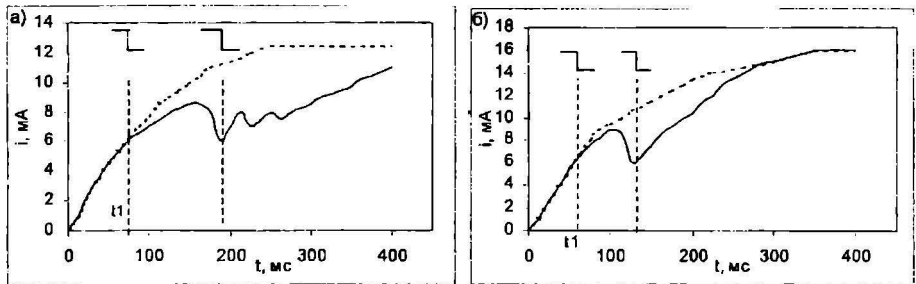


Рис. 1. Часова залежність струму $i(t)$ для реле з нерухомим якорем (пунктирна лінія) і з якорем, що рухається, (суцільна лінія): а – для реле НМШ1 - 1800; б – для реле РЭЛ1 – 1600

До моменту початку руху якоря, струм в обмотці реле змінюється по експоненційному закону. З початком руху якоря, починає змінюватися індуктивність обмотки реле, що призводить до відхилення залежності $i(t)$ від експоненти. Момент зупинки якоря відповідає найменшому значенню струму в обмотці реле при руху якоря, після чого струм зростає по експоненційному закону до свого встановленого значення. Таким чином, математична обробка залежності

перехідного процесу струму $i(t)$ в обмотці реле дозволяє визначити моменти початку руху й зупинки якоря для нормальнодіючих реле залізничної автоматики НМШ і РЭЛ.

Електромагнітні реле залізничної автоматики НМШ і РЭЛ мають досить велику індуктивність (200 – 250 Гн), що при включенні реле збільшується в 1,5 - 2 рази. Експериментальні дослідження показали, що значення індуктивності обмотки реле НМШ і РЭЛ під час руху якоря (в інтервалі струму від 5 до 10 мА) міняється не більш ніж на 5% - 7%, при фіксованому значенні робочого повітряного зазору. Даний висновок дозволяє використовувати значення індуктивності обмотки реле НМШ і РЭЛ для визначення положення якоря.

Третій розділ присвячений розробці методів автоматизованого вимірювання механічних параметрів нейтральних реле залізничної автоматики.

Для визначення механічних параметрів реле необхідно мати часову залежність координати якоря. При русі якоря змінюється значення повітряного зазору між якорем і сердечником, що приводить до зміни параметрів магнітного кола електромагнітного реле. Метод визначення положення якоря по значенню магнітного опору робочого повітряного зазору реле заснований на тім, що магнітний опір робочого зазору практично не залежить від струму в обмотці реле і визначається в основному значенням самого зазору. Вхідними даними для розрахунку магнітного кола реле є, залежність струму в обмотці від часу $i(t)$ при включенні реле та розміри магнітопроводу реле. Значення магнітного потоку в основі сердечника визначається формулою

$$\Phi_0 = \frac{I_c}{\sqrt{gR_{\text{ж}}}} \operatorname{sh} l_c \left(\Psi - \frac{I_w}{l_c R_{\text{ж}}} \right) + \frac{I_w}{l_c R_{\text{ж}}} \quad (8)$$

де Ψ - потокозчеплення обмотки реле, w - кількість витків в обмотці реле.

Робочий магнітний потік у повітряному зазорі між якорем і сердечником Φ_δ визначається по формулі (2), при $x = l_c$. За еквівалентною схемою заміщення визначимо параметри магнітного кола реле. Відповідно до виразу (6) відстань між полюсом сердечника і якорем по осі сердечника буде дорівнювати

$$\delta(t) = k \frac{\mu_0 R_\delta(t) d^2}{4}, \quad (9)$$

де k - коефіцієнт, що залежить від конструкції магнітопроводу реле.

Порівняльний аналіз експериментальних залежностей значення магнітного опору робочого повітряного зазору R_δ від положення якоря δ і розрахункових даних, отриманих по даному методу, показав, що розбіжність експериментальних і розрахункових значень для різних типів реле не перевищує 5 ÷ 8%. Даний метод дозволяє шляхом розрахунку параметрів магнітного кола реле визначити положення якоря в будь-який момент часу, тобто одержати залежність $\delta = f(t)$, де δ - відстань між полюсом сердечника і якорем по осі сердечника.

Метод визначення положення якоря по значенню індуктивності обмотки реле заснований на тім, що при русі якоря під час включення реле зменшується робочий повітряний зазор, внаслідок чого індуктивність обмотки збільшується в $1,5 \div 2$ рази. Це дозволяє використовувати дане явище для визначення величини робочого повітряного зазору. Вхідними даними для даного методу є, залежність струму в обмотці від часу $i(t)$ при включенні реле та параметри електричного кола обмотки реле. Часову залежність струму $i(t)$ можна розбити на три ділянки: ділянка 1 - наростання струму в обмотці реле від моменту подачі напруги на обмотку реле до моменту початку руху якоря; ділянка 2 - зміна струму в обмотці реле під час руху якоря; ділянка 3 - наростання струму в обмотці реле від моменту зупинки якоря до моменту досягнення струмом установленого значення $i_{уст} = U/R$.

На першій і третій ділянках якорь нерухомий і струм $i(t)$ змінюється по експоненційному закону

$$L(t) = \frac{-Rt}{\ln \left(\frac{i(t) - i_{уст}}{i_{нач} - i_{уст}} \right)}, \quad (10)$$

де $i_{нач}$ – початковий струм, який для першої ділянки дорівнює нулю, а для третьої ділянки дорівнює значенню струму в момент зупинки якоря.

На другій ділянці за рахунок руху якоря індуктивність є змінною величиною й рівняння електричного кола обмотки реле має вид

$$U = i(t)R + L \frac{di}{dt} + i \frac{dL}{dt} \quad (11)$$

Рівняння (11) вирішується чисельними методами. Для цього друга ділянка залежності $i(t)$ розбивається на n інтервалів, так щоб на інтервалі $[t_{нач}, t]$ похідна $di/dt = \text{const}$. В такому разі індуктивність обмотки реле на інтервалі $[t_{нач}, t]$ під час руху якоря буде визначатися наступним виразом

$$L(t) = c_1 e^{-\frac{t}{I}} + \frac{A}{I}, \quad (12)$$

де c_1 – постійна інтегрування, $I = \frac{di}{dt} = \text{const}$, $A = U - iR$.

Під час руху якоря індуктивність обмотки реле визначається величиною повітряного зазору

$$L(\delta) = K_0 w^2, \quad (13)$$

де w – число витків обмотки реле, K_0 – приведена магнітна провідність магнітного кола реле, яка визначається виразом

$$K_0 = \frac{3 + g l_c R_\delta}{3(R_\kappa l_c + q R_\delta)}. \quad (14)$$

Таким чином, залежність $\delta(t)$ знаходиться із зіставлення двох функцій $L(t)$ і $L(\delta)$.

Порівняльний аналіз залежностей $\delta(t)$ отриманих по першому методу (по значенню магнітного опору повітряного зазору реле), і по другому методу (по значенню індуктивності обмотки реле) показав, що розбіжність між ними не перевищує 7% для реле НМШ і 5% для реле РЭЛ.

Залежність $\delta(t)$ з одночасною фіксацією логічного стану контактів дозволяє обчислити такі механічні параметри реле, як фізичний зазор між якорем і сердечником, спільний хід контактів, міжконтактний зазор у момент перельоту контактів та в крайніх положеннях якоря, висоту антимагнітного штифта, неодноразовість замикавання контактів.

Метод вимірювання контактного тиску ґрунтується на особливостях конструкції електромагнітних реле залізничної автоматики типів НМШ і РЭЛ, у яких відпадання якоря здійснюється не під дією зворотної пружини, а під дією власної ваги якоря Q . Вхідними даними для визначення контактного тиску по даному методі є: часова залежність координати якоря $\delta(t)$, що дозволяє визначити моменти початку руху якоря й зупинки, а також спільний хід кожної контактної групи; електромагнітна сила притягання якоря F_3 ; параметри елементів конструкції реле: вага якоря, співвідношення пліч якоря K , конструкція контактної системи реле і т.п.

Для визначення контактного тиску з урахуванням попереднього натискання P_0 , необхідно вирішити систему рівнянь, для n тильових контактів і m – фронтних контактів

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\kappa\tau 1} = \frac{x_F}{x_k} Q \frac{y_{\tau 1}}{\sum_{i=1}^n y_{\tau i}}, \\ P_{\kappa\tau 2} = \frac{x_F}{x_k} Q \frac{y_{\tau 2}}{\sum_{i=1}^n y_{\tau i}}, \\ P_{\kappa\tau m} = \frac{x_F}{x_k} Q \frac{y_{\tau m}}{\sum_{i=1}^n y_{\tau i}} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} P_{\kappa\phi 1} = \frac{x_F}{x_k} (F_3 - Q) \frac{y_{\phi 1}}{\sum_{i=1}^m y_{\phi i}}, \\ P_{\kappa\phi 2} = \frac{x_F}{x_k} (F_3 - Q) \frac{y_{\phi 2}}{\sum_{i=1}^m y_{\phi i}}, \\ P_{\kappa\phi m} = \frac{x_F}{x_k} (F_3 - Q) \frac{y_{\phi m}}{\sum_{i=1}^m y_{\phi i}} \end{array} \right. \quad (15)$$

де $y_{\tau i}$ – спільний хід тильового й загального контактів у місці їхнього зіткнення, $y_{\phi i}$ – спільний хід фронтного й загального контактів у місці їхнього зіткнення.

Результати експериментальних вимірів контактного тиску грамометром часового типу й результати обчислень контактного тиску по даному методу для реле НМШ і РЭЛ показали, що відхилення обчисленого й виміряного значень контактного тиску не перевищує 3,6% для фронтних контактів і 2,3% для тильових контактів.

Четвертий розділ присвячений технічній реалізації розроблених методів і наведено алгоритми автоматизованого вимірювання параметрів і характеристик електромагнітних реле залізничної автоматики.

Автоматизований вимірювальний комплекс (АВК) для контролю параметрів реле реалізовано у вигляді пристрою, що підключається до паралельного порту персонального комп'ютера типу IBM PC, і складається з п'яти блоків: блоку інтерфейсу, блоку програмно - керуючого джерела напруги, блоку вимірювання часових параметрів реле, блоку виміру електричних опорів та блоку вимірювання механічних параметрів реле.

Розроблений АВК для контролю параметрів реле призначено для вимірювання в автоматичному режимі електричних, часових і механічних параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики типів НМШ, РЭЛ і 8Н8 (українського виробництва) відповідно з експлуатаційно - технічними вимогами до реле першого класу надійності: напруги (струму) відпускання й притягнення реле (при прямій та зворотній полярності напруги); опір обмотки реле й перехідний опір контактів; час притягнення й відпускання реле; час перельоту контактів реле; контактний тиск; неодноразовість замикання та розмикання контактів; спільний хід контактів; фізичний зазор між якорем і сердечником реле; міжконтактний зазор при перельоті контактів та в крайніх положеннях якоря; висоту антимагнітного штифта.

Крім вимірювання параметрів реле залізничної автоматики, АВК для контролю параметрів реле дозволяє контролювати відповідність вимірюваних параметрів нормативним значенням, а також у випадку виходу реле з ладу визначати місце й тип несправності.

Результати лабораторних іспитів експериментального зразка АВК для контролю параметрів реле (табл. 2 та табл. 3) показали:

погрішність вимірювання напруги не перевищує 0,23%, що відповідає вимірювальному пристрою з класом точності 0,25;

- максимальна відносна погрішність при вимірюванні опорів у діапазоні від 0,1 до 10 Ом не перевищує 1%, а при вимірюванні опорів у діапазоні більш 100 Ом не перевищує 0,5%;

максимальна відносна погрішність вимірювання часових інтервалів не перевищує 0,003%.

Таблиця 2

Погрішності вимірювання електричних параметрів реле

$U_0, \text{В}$	$U_x, \text{В}$	$\delta, \%$	$R_0, \text{Ом}$	$R_x, \text{Ом}$	$\delta, \%$
6	6,009	0,15	0,5	0,503	0,6
12	12,02	0,17	1	1,008	0,8
24	24,05	0,21	10	10,1	1
51,15	51,27	0,23	2000	2010	0,5

Погрішності вимірювання часових інтервалів

T_0 , мс	dT , мкс	δ , %
200	± 4	0,003
400	± 7	0,0028
600	± 10	0,0026
1000	± 16	0,0026

Таким чином експериментальні дослідження показали, що погрішність вимірювання електричних і часових параметрів АВК для контролю параметрів реле відповідає класу точності існуючою технологією перевірки й ремонту реле в РТД.

У даному розділі також розроблені алгоритми автоматизованого вимірювання електричних і часових параметрів реле. Керування автоматизованим вимірювальним комплексом для контролю параметрів реле та реалізація алгоритмів автоматизованого вимірювання параметрів реле здійснюється за допомогою програмного забезпечення, написаного з використанням мови Object Pascal, що функціонує під керуванням операційної системи Windows 98. Графічний інтерфейс оператора реалізований за допомогою візуальних компонентів програмного середовища Delphi. Керуюча програма може працювати у двох режимах: режимі перевірки реле, призначеному для керування процесом вимірювання параметрів електромагнітних реле, і в режимі перевірки контролера, призначеному для тестування працездатності блоків стенда та пошуку несправностей.

Іспити експериментального зразка АВК для контролю параметрів реле показали, що впровадження даного вимірювального комплексу замість існуючого стенда, дозволить підвищити точність вимірювання, знизити ймовірність прийняття в експлуатацію несправних реле, а також зменшити час на перевірку одного реле більш ніж у п'ять разів.

ВИСНОВКИ

У дисертації приведені нові рішення наукової задачі, що виявляється в підвищенні безпеки релейних систем залізничної автоматики та удосконаленні технологічного процесу їх обслуговування за рахунок розробки методів та засобів автоматизованого вимірювання параметрів електромагнітних реле. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень, наведених у дисертації, отримано наступні основні наукові результати, висновки та практичні рекомендації:

1. На основі проведеного у роботі аналізу існуючої технології перевірки релейних пристроїв залізничної автоматики встановлено, що вимірювальні засоби

для перевірки параметрів реле морально й технічно застаріли. Частина важливих механічних параметрів, від яких залежить надійна робота реле, не вимірюється взагалі, тому що для цього відсутні вимірювальні засоби. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці та впровадженні автоматизованих методів вимірювання параметрів і характеристик реле залізничної автоматики.

2. Розроблено математичну модель процесів, що протікають у нейтральних реле залізничної автоматики з урахуванням їх конструктивних особливостей, що є основою для розробки автоматизованих методів вимірювання механічних параметрів реле.

3. Експериментальні дослідження процесів у нейтральних реле залізничної автоматики дозволили визначити, що під час руху якоря значення магнітного опору робочого повітряного зазору змінюється не більше ніж на 1,5% - 3,3%, а значення індуктивності обмотки реле НМШ і РЭЛ не більше ніж на 5% - 7%, при фіксованому значенні робочого повітряного зазору. Це дозволяє використовувати дані залежності для визначення часової залежності координати якоря реле залізничної автоматики.

4. Проведені дослідження перехідних процесів, що протікають у нейтральних реле типів НМШ і РЭЛ при вмиканні й вимиканні напруги, дозволили установити, що математична обробка часової залежності струму $i(t)$ в обмотці під час включення реле, дозволяє визначити початок руху якоря та його зупинку.

5. Розроблено два методи автоматизованого визначення часової залежності координати якоря за значенням індуктивності обмотки реле та за значенням магнітного опору повітряного зазору між якорем і сердечником, що засновані на залежності параметрів магнітного кола реле від положення якоря. Розбіжність між значеннями часової залежності координати якоря, отриманими різними методами не перевищує 7% для реле НМШ і 5% для реле РЭЛ.

6. Розроблено метод автоматизованого визначення контактного тиску в реле першого класу надійності, що ґрунтується на особливостях конструкції електромагнітних реле залізничної автоматики, у яких відпадання якоря здійснюється під дією власної ваги якоря. Порівняльний аналіз експериментальних і розрахункових результатів показав, що відхилення обчисленого й вимірюваного значень контактної тиску не перевищує 3,6% для фронтних контактів і 2,3% для тильових контактів.

7. Розроблено метод обчислення електромагнітної сили притягання якоря реле залізничної автоматики шляхом інтегрування динамічної кривої намагнічування. Розбіжність експериментальних і розрахункових даних складає не більш 3,5 ÷ 5%.

8. Розроблено алгоритми автоматизованого вимірювання електричних, часових і механічних параметрів реле, а також запропоновані технічні рішення по

реалізації автоматизованого вимірювального комплексу для контролю параметрів реле на базі персонального комп'ютера типу IBM PC. Запропоновані методи автоматизованого вимірювання механічних параметрів нейтральних реле залізничної автоматики дають можливість створити вимірювальні засоби, що дозволяють в умовах РТД вимірювати дані параметри без зняття кожуха реле.

9. Лабораторні іспити експериментального зразка автоматизованого вимірювального комплексу для перевірки реле дозволили установити, що відносна приведена погрішність не перевищує при вимірюванні: напруги – 0,25%; часових параметрів – 0,003%; електричного опору в діапазоні від 100 Ом до 1 МОм – 0,5%, а в діапазоні від 0,01 Ом до 100 Ом – 1%. Оцінка техніко-економічної ефективності впровадження автоматизованого вимірювального комплексу для вимірювання параметрів і характеристик електромагнітних реле залізничної автоматики показала, що використання даного вимірювального комплексу замість існуючого стенда дозволить зменшити час на перевірку одного реле більш ніж у п'ять разів і знизити експлуатаційні витрати на перевірку й ремонт кожної 1000 електромагнітних реле в РТД на 4000 гривень у рік.

Розроблені методи вимірювання характеристик реле можуть служити науковою базою для зміни планово-примусової технології обслуговування релейної апаратури на технологію періодичної профілактики по "стану" об'єкта, що дозволить збільшити термін служби та надійність роботи релейних пристроїв залізничної автоматики. Технічні рішення, запропоновані в дисертації, також дозволяють автоматизувати процес ведення документації в РТД і статистичну обробку результатів перевірки пристроїв залізничної автоматики.

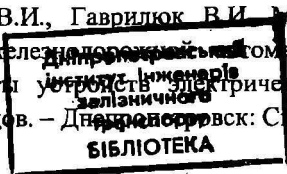
Упровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами.

СПИСОК ОСНОВНИХ ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Профатилов В.И., Гаврилюк В.И. Теоретические аспекты автоматизированного измерения характеристик электромагнитного реле // Информационно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 1998. - № 4. – С. 67 - 68.

2. Профатилов В.И., Гаврилюк В.И. Теоретические обоснования автоматизированного измерения динамических характеристик реле в железнодорожной автоматике // Информационно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 1998. - № 6. – С. 4 - 5.

3. Профатилов В.И., Гаврилюк В.И. Моделирование электромагнитных процессов в реле железнодорожной автоматики // Транспорт. Повышение эффективности работы устройств электрического транспорта: Межвузовский сборник научных трудов. – Днепропетровск: Сп. - 1999. - С. 100 - 104.



4. Гаврилюк В.І., Профатилів В.І. Автоматизація контролю параметрів нейтральних реле залізничної автоматики // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 4,5. – С. 83 - 86.

5. Пат. 40396А Україна, МКИ Н01 Н49/00. Спосіб вимірювання контактного натискання замикаючих контактів електромагнітного нейтрального реле залізничної автоматики: Пат. 40396А Україна, МКИ Н01 Н49/00/ В.І. Гаврилюк, В.І. Профатилів. - № 2001010026; Заявлено 03.01.2001; Опубл. 16.07.2001, Бюл. № 6. – 3 с.

6. Пат. 41045А Україна, МКИ Н01 Н49/00. Спосіб вимірювання залежності значення повітряного зазору між якорем та осердям електромагнітного реле від часу: Пат. 41045А Україна, МКИ Н01 Н49/00/ В.І. Гаврилюк, В.І. Профатилів. - № 2001010411; Заявлено 19.01.2001; Опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7. – 3 с.

7. Пат. 41178А Україна, МКИ Н01 Н49/00. Спосіб вимірювання значення повітряного зазору між якорем та осердям електромагнітного реле: Пат. 41178А Україна, МКИ Н01 Н49/00/ В.І. Гаврилюк, В.І. Профатилів. № 2001031866; Заявлено 20.03.2001; Опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7. – 3 с.

СПИСОК ДОДАТКОВИХ ПРАЦЬ

1. Профатилів В.І., Гаврилюк В.І. Методика измерения механической характеристики реле железнодорожной автоматики // Сборник трудов 7 Международной конференции ж.д. специалистов ЮЖЕЛ. – Белград (Югославия). - 2000. – С. 175 - 178.

2. Профатилів В.І., Гаврилюк В.І. Расчет электромагнитных параметров реле железнодорожной автоматики // Приднепровский научный вестник. Технические науки – 1998. - № 95 (162). – С. 3 - 5.

3. Гаврилюк В.І., Профатилів В.І. Датчик положения якоря электромагнитного реле ж.д. автоматики // Материалы 9 – научно-технической конференции «Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления». – Гурзуф. - 1999. – С. 48 - 49.

АНОТАЦІЯ

Профатилів В. І. Удосконалення технології обслуговування нейтральних реле залізничної автоматики на основі автоматизації вимірювання їх параметрів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту. Дніпропетровськ, 2002.

Дисертація присвячена розробці методів і засобів автоматизованого вимірювання параметрів і характеристик нейтральних реле залізничної автоматики першого класу надійності. У роботі розроблена математична модель електромеханічних процесів, що протікають в електромагнітних реле першого класу надійності з урахуванням особливостей їх конструкції. В дисертації розроблені методи автоматизованого визначення положення якоря по значенню індуктивності обмотки реле та по значенню магнітного опору повітряного зазору між якорем і сердечником реле. Розроблено метод автоматизованого визначення контактного тиску. Данні методи дозволяють визначати механічні параметри реле без зняття кожуха. Розроблені методи й алгоритми автоматизованого вимірювання електричних і часових параметрів реле залізничної автоматики.

Основні наукові результати дисертації знайшли практичне використання при виготовленні та випробуваннях експериментального зразка автоматизованого вимірювального комплексу для контролю параметрів електромагнітних реле залізничної автоматики.

Ключові слова: електромагнітне реле, залізнична автоматика, засоби автоматизації вимірювання, автоматизація вимірювання параметрів реле.

THE SUMMARY

Profatilov V. I. Perfection of service technology of the railway automatics electromagnetic relays on the basis of measurement automation of their parameters. – Manuscript.

Thesis on a scientific degree award of the candidate of technical science on a specialty 05.22.20 – Operation and maintenance of transport means – Dnepropetrovsk national university of a railway transportation. Dnepropetrovsk, 2002.

The dissertation is devoted to development of the automated measurement methods and devices of parameters and characteristics of railway automatics electromagnetic relays of the reliability first class. In the work the mathematical model of electromechanical processes proceeding in electromagnetic relays of the first class of reliability in view of features of their design was elaborated. The methods of automated definition of anchor situation by the value of winding inductance and by the value of magnetic resistance of an air split between a relay's anchor and core were developed in the dissertation. The method-automated definition of contact pressure was developed. The given method is allowed to define the mechanical parameters of relay without any removing of the case. The methods and algorithms of the automated measurement of electrical and time parameters of railway automatics relay are elaborated.

The basic scientific results of the dissertation received practical application at manufacturing and tests of an experimental sample of the automated measuring complex for the check of parameters of railway automatics electromagnetic relays.

Keywords: electromagnetic relay, railway automatics, automation means of measurements, measurements automation of relay parameters.

АННОТАЦИЯ

Профатилов В. И. Совершенствование технологии обслуживания нейтральных реле железнодорожной автоматики на основе автоматизации измерения их параметров. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – Эксплуатация и ремонт средств транспорта. – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта. Днепропетровск, 2002.

Диссертация посвящена разработке методов и средств автоматизированного измерения параметров и характеристик электромагнитных реле железнодорожной автоматики первого класса надежности. Проведен анализ методов и технических средств для измерения параметров электромагнитных реле и релейных блоков, используемых в устройствах железнодорожной автоматики, а также обзор научно - технической и патентной литературы, который позволил классифицировать методы автоматизации измерения механических параметров реле.

В диссертации разработана математическая модель электромеханических процессов, протекающих в электромагнитных реле железнодорожной автоматики с учетом особенностей их конструкции. Экспериментальные исследования позволили установить возможность использовать зависимость значения магнитного сопротивления воздушного зазора между якорем и сердечником от положения якоря, а также значение индуктивности обмотки реле НМШ и РЭЛ для определения положения якоря реле. Экспериментальные исследования переходных процессов в электромагнитных реле железнодорожной автоматики позволили установить возможность определять по кривой тока в обмотке реле моменты начала движения и остановки якоря. Сравнительный анализ математической модели и экспериментальных данных показал их достоверность, что позволяет использовать данную математическую модель как основу для разработки автоматизированных методов измерения механических параметров реле.

В работе разработаны два метода автоматизированного определения положения якоря нейтральных реле. Первый метод определения положения якоря по значению магнитного сопротивления воздушного зазора между якорем и сердечником реле основан на том, что магнитное сопротивление рабочего зазора практически не зависит от тока в обмотке реле и определяется в основном значением самого зазора. Второй метод для определения величины рабочего

воздушного зазора по значению индуктивности обмотки реле основан на том, что при включении нейтральных реле НМШ и РЭЛ их индуктивность увеличивается в $1,5 \div 2$ раза и на участке движения якоря практически не зависит от тока.

В диссертации разработан автоматизированный метод измерения контактного давления, который основывается на особенностях конструкции электромагнитных реле железнодорожной автоматики, отпускание якоря в которых, осуществляется не под действием возвратной пружины, а под действием собственного веса якоря.

Разработаны алгоритмы автоматизированного измерения электрических, временных и механических параметров реле, а также предложены технические решения по реализации автоматизированного измерительного комплекса для контроля параметров реле на базе персонального компьютера типа IBM PC.

Основные научные результаты диссертации нашли практическое применение при изготовлении и испытании экспериментального образца автоматизированного измерительного комплекса для контроля параметров электромагнитных реле железнодорожной автоматики.

Ключевые слова: электромагнитное реле, железнодорожная автоматика, средства автоматизации измерений, автоматизация измерений параметров реле.

НТБ
ДНУЗТ

ПРОФАТИЛОВ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ

УДК 656.25:621.318

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ НЕЙТРАЛЬНИХ РЕЛЕ
ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИМІРЮВАННЯ
ЇХ ПАРАМЕТРІВ

05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку 07.10.02. Формат 60X84 1/16. Папір для множних апаратів.
Різограф. Ум. др. арк. 1,3. Обл. - вид. арк. 1,0. Тираж 100 прим.
Замовлення № 1182. Безкоштовно.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту.
Адреса університету і ділянки оперативної поліграфії: 49010, Дніпропетровськ, 10,
вул. Акад. В.А. Лазаряна, 2.

Сканувала Юнаковська В. В.

НІБ
ДНУЗТ