

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

Пояснювальна записка

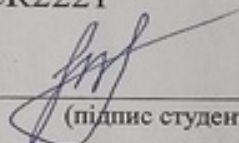
до кваліфікаційної роботи
на здобуття освітнього ступеня магістр

на тему: Автоматизація контролю параметрів рейкових кіл з вагону-лабораторії


за освітньою програмою «Системи керування рухом поїздів»

зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»

Виконав: студент групи СК2221


_____ / Сергій БЕЛЬДЕЙ /
(підпис студента)

Керівник: доцент кафедри АТ


_____ / Тетяна СЕРДЮК /
(підпис керівника)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


_____ (підпис студента)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technology
Faculty of Computer Technologies and Systems
Department of Automation and Telecommunication

Explanatory Note

to Master's Thesis

master

(higher education degree)

Automation of control of parameters of track circuits at the car-laboratory
according to educational curriculum «Train traffic control systems»

in the Specialty: 273 Railway transport

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерних технологій і систем
Кафедра: Автоматика та телекомунікації
Рівень вищої освіти: Магістр
Освітня програма: Системи керування рухом поїздів
Спеціальність: 273 Залізничний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

_____ **Володимир ГАВРИЛЮК**

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 202__ р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу _____ магістра
(ступінь вищої освіти)

студенту Бельдей, Сергій Романович
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Автоматизація контролю параметрів рейкових кіл з вагону-лабораторії

Керівник роботи: Сердюк Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від _____ " 21 " 11 2022 р. № 1149 ст

2. Строк подання студентом роботи: 15.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати виміру кодового струму з вагону-лабораторії

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналіз сучасних методів контролю та методів підвищення функціональної безпеки в пристроях СЦБ

4.2 Удосконалення методу контролю кодового струму АЛС з вагону-лабораторії

4.3. Охорона праці та безпека під час роботи в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Аналітична частина			
Основна частина			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ (Актуальність. Мета роботи. Методи дослідження. Практична значення отриманих результатів)	15.09.2023	10%
2	Розділ 1. Аналіз сучасних методів контролю та методів підвищення функціональної безпеки в пристроях СЦБ	01.10.2023	20%
3	Розділ 2. Удосконалення методу контролю кодового струму АЛС з вагону-лабораторії	05.11.2023	25%
4	Розділ 3. Охорона праці та безпека під час роботи в надзвичайних ситуаціях	15.12.2023	25%
5	Висновки	15.12.2023	20%
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент

(підпис)

Сергій БЄЛЬДЕЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Тетяна СЕРДЮК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

71 сторінок, 11 рисунок, 8 таблиць, 19 джерел літератури.

Об'єкт розробки – система контролю параметрів кодового струму з вагону-лабораторії.

Мета роботи – дослідження електромагнітних процесів, які протікають в каналах автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) при передачі сигналів з рейкового кола на локомотив шляхом наведення електрорушійної сили (ЕРС) на приймальні котушки.

Методи дослідження – закони електротехніки, електродинаміки, теорія електричних кіл і ліній передач, теорія ймовірностей, математична статистика, математичний аналіз.

У першому розділі приведений аналіз методів контролю параметрів кодового струму з вагону-лабораторії і на перегоні.

У другому розділі дано наукове обґрунтування методики контролю кодового струму з вагону-лабораторії.

В третьому розділі досліджено питання охорони праці і безпека при обслуговуванні пристроїв залізничної автоматики.

Висновок. У результаті виконаних досліджень удосконалено метод контролю параметрів кодового струму АЛС з вагону-лабоарторії; розглянуто питання охорони праці і безпеки при обслуговуванні пристроїв сигналізації, централізації блокування (СЦБ).

Ключові слова: АВТОМАТИЧНА ЛОКОМОТИВНА СИГНАЛІЗАЦІЯ (АЛС), КОНТРОЛЬ, ПАРАМЕТРИ КОДОВОГО СТРУМУ, ВАГОН-ЛАБОРАТОРІЯ.

ЗМІСТ

В

**С АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТА МЕТОДІВ
ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ В ПРИСТРОЯХ СЦБ...10**

У

Н

Ф.3 Контроль параметрів струму АЛС з вагону-лабораторії.....18

Існуючі методи та засоби контролю параметрів рейкових кіл.....31

Висновки до розділом.....38

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ КОДОВОГО СТРУМУ

Є.3 ВАГОНУ-ЛАБОРАТОРІЇ.....40

**Математична модель для визначення ЕРС, наведеної в приймальних котушках
вагону-лабораторії.....41**

Результати розрахунку ЕРС44

Висновок за розділом.....55

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС РОБОТИ В НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЯХ.....56**

Шкідливі та небезпечні фактори56

Ф.

Технічні засоби з безпеки праці.....60

Д.4. Вплив шкідливих виробничих факторів на технічне обслуговування

обладнання СЦБ.61

Р.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....66

ВИСНОВОК.....68

В.

И.

Д.

У.

Й.

В

Р

Я

ВСТУП

Надійна і безпечна робота залізничного транспорту значною мірою залежить від своєчасного і якісного технічного обслуговування пристроїв керування рухом поїздами. Більшість поломок в системах залізничної автоматики пов'язані з колійними пристроями, тобто рейковими колами (РК), які є основними датчиками контролю положення поїзда, цілісності залізничного полотна, а також каналу автоматичної передачі кодів локомотивної сигналізації (АЛС) від колії до локомотива. Збої в роботі РК пов'язані зі складними умовами експлуатації: значними коливаннями температури і вологості, механічними навантаженнями від рухомого складу, а також сильними електромагнітними перешкодами від електровозів, тягових ліній електропередач та інших ліній високої напруги. Ситуація ускладнюється значною зношеністю колійного автоматичного обладнання, а також використанням рейкових з'єднувачів і перемичок з некорозійних матеріалів, що супроводжується вандалізмом та крадіжками вузлів рейкового кола. Пізнє виявлення та усунення несправностей РК призводить до збільшення експлуатаційних витрат, пов'язаних із затримкою поїздів, і є джерелом підвищеного ризику виникнення аварійної ситуації.

АЛС (автоматична локомотивна сигналізація) - це система, яка надає машиністу інформацію про зайнятість або доступність блок-ділянок перед ним і відображення світлофорів перед ним. Інформація яка надходить від АЛС виставляються на мініатюрному світлофорі в кабіні локомотива (так званий локомотивний світлофор).

Крім того, сигнали АЛС можна використовувати для керування автостопом— системою без втручання людини, яка зупиняє поїзд, якщо машиніст поводить себе небезпечно (наприклад, проїжджає на червоне світло або не дотримання дозволеної швидкості руху).

На відміну від звичайних світлофорів, АЛС сповіщає водія не тільки про наступний світлофор, а й про один або декілька світлофорів позаду нього. Це дозволяє машиністу завчасно оцінювати ситуацію в поїзді та приймати відповідні рішення, що дає можливість значно збільшити швидкість руху поїзда на ділянці, обладнаній АЛС.

Інформація про поїзну обстановку на місці зчитується стаціонарними (наземними) приладами за допомогою індуктивних датчиків, закріплених на локомотиві. При цьому в якості котушок індуктивності можуть використовуватися спеціальні антени або рейкові кола.

Передача сигналів АЛС відбувається за певних унікальних умов. По-перше, сигнал у кожному рейковому колі передається лише з окремого джерела, і його рівень у рейках постійно зростає в міру руху поїзда. По-друге, перехід локомотива з одного колійного кола на інший супроводжується короткочасним перериванням прийому сигналу з колії і різким падінням струму сигналу в рейках. Крім того, рейкові кола є сигнальними пристроями і можуть використовуватися як в системі автоблокування, так і на електрифікованих залізницях для передачі тягового струму. Таким чином, існує багато можливих факторів, які впливають на прийом сигналів АЛС.

Актуальність. Існуюча технологія технічного обслуговування рейкових кіл, яка полягає в періодичному контролі їх параметрів в ручному режимі з доступом обслуговуючого персоналу до блок-секцій, не відповідає сучасним вимогам щодо забезпечення безпеки руху поїздів та розвитку комп'ютерних та ІТ систем, передбачає значні експлуатаційні та часові витрати, передбачає велику кількість ручних операцій, не забезпечує необхідної точності, на що також впливають суб'єктивні фактори. Контроль кодового струму АЛС на залізничному полотні з лабораторного вагона призначений лише для вимірювання обмеженої кількості параметрів, а саме: тривалості першої паузи в кодовому пакеті та поточного значення на початку та в кінці РК, і здійснюється

шляхом запису сигналу самописцем. Інтерпретація результатів вимірювань не автоматизована, здійснюється візуально, займає багато часу та характеризується низькою точністю. Вимірювання рівня електромагнітних перешкод на залізничних коліях не проводяться та не регламентуються взагалі, причиною чого є значна частина порушень у роботі РК та систем автоматичної локомотивної сигналізації. Недоліки існуючої техніки обслуговування рейкових кіл особливо позначаються на роботі станцій, де курсують експреси та швидкісні поїзди. Тому вдосконалення технічного обслуговування залізничних рейкових кіл шляхом автоматизації контролю їх параметрів є актуальною науково-технічною проблемою.

Мета роботи – дослідження електромагнітних процесів, які протікають в каналах АЛС при передачі сигналів з рейкового кола на локомотив шляхом наведення електрорушійної сили (ЕРС) на приймальні котушки.

Завдання: дати наукове обґрунтування методу виміру кодових сигналів і контролю їх параметрів з вагону-лабораторії; удосконалення методики виміру параметрів кодового струму АЛС; розробити питання охорони праці і безпеки при обслуговуванні пристроїв сигналізації, централізації і блокування.

Методи дослідження – закони електротехніки, електродинаміки, теорія електричних кіл і ліній передач, теорія ймовірностей, математична статистика, математичний аналіз.

Практична значимість – описані вище методи і результати наукових досліджень застосовуються для аналізу і контролю функціонування пристроїв залізничної автоматики і зв'язку з метою оптимізації і удосконалення їх технічного обслуговування. Результати, викладені в магістерській роботі використовуються в дисциплінах «Спеціальні вимірювання в пристроях залізничної автоматики», «Електричні кола і лінії залізничної автоматики та зв'язку», «Системи автоматики на перегонах», «Високошвидкісні магістралі залізниць України».

1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ В ПРИСТРОЯХ СЦБ

1.1 Аналіз причин виходу з ладу пристроїв СЦБ

Вимірювання кодового струму автоматичної локомотивної сигналізації на залізничних коліях необхідно проводити один раз на рік відповідно до вимог, зазначених у Інструкції [1]. Роботи виконує електромеханік або електрик.

Вимірювання та контроль струму АЛС. Роботи, пов'язані з вимірюванням струму АЛС, узгоджуються з начальником станції і проводяться в періоди відсутності руху поїздів.

Згідно зі статистичними даними, релейні та безконтактні пристрої, кабельні лінії та шини є найбільш ненадійними та складними в обслуговуванні пристроями.

Випадки відмов в рейкових колах (РК), пов'язаних зі специфікою їх роботи в різних режимах і впливом зовнішніх факторів, розглянуто нижче. Технічне обслуговування РК також ускладнюється недостатньою кількістю індикаторів і вимірювальних приладів. За дворічними даними, зібраними в диспетчерській служби сигналізації та зв'язку залізниці (рис. 1.1), найбільш ненадійними елементами РК є стикові з'єднувачі, перемички, перемички та ізоляційні з'єднувачі. Такі ж дані ми спостерігаємо щодо РК в Укрзалізниці. Першопричинний аналіз відмов у РК показав, що в залежності від виду відмов залізничних кіл поступові відмов становлять 33,2%. Це означає, що зміна деяких параметрів елементів займала досить багато часу.

Наприклад, збільшення опору стикових з'єднувачів пов'язане з розривом втулки з рейкою, з розривом контакту з'єднувач-рейка або кабель-з'єднувач і т. д. Тому причиною третини поломок РК є відсутність технічних засобів, що дозволяють своєчасно діагностувати поточний стан обслуговуючим персоналом

при проведенні ППР 54,76% можна вважати раптовими відмовами РК, з яких лише 44,17% є відмовами ізолюючих стиків. Значна частина цих відмов свідчить про невідповідність організаційно-технічних заходів щодо спільної роботи працівників станції та дистанції колії. Наприклад, складно передбачити викривлення, розколювання та розтягування металу, а пошкодження бокової ізоляції або ізоляції болтів/шайб (приблизно 50 %) можна виявити під час процесу ППР. Відмови внаслідок коротких замикань, що виникають внаслідок зрощення проводів, дотику кабелів тощо, пов'язані в першу чергу з невідповідністю вимогам типових складальних креслень «Напільне обладнання СЦБ» (рис. 1.1).

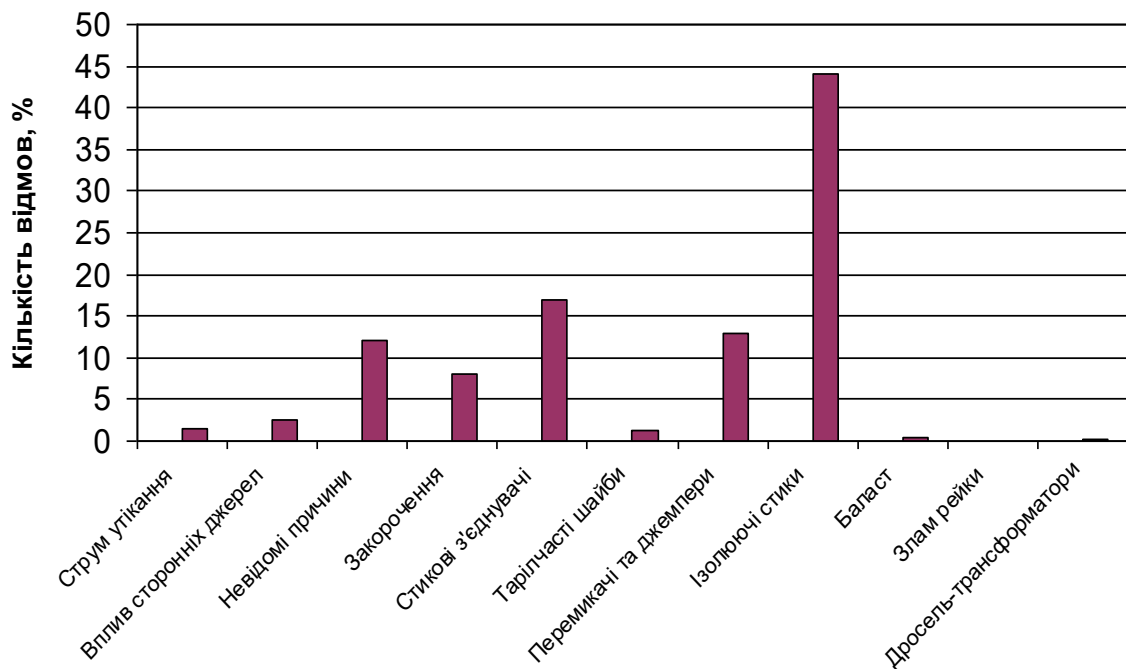


Рисунок. 1.1 – Схема причин відмови залізничних кілець

Встановлено, що причини відмов носять експлуатаційний характер, помилки, допущені персоналом, призводять до недотримання графіку технічного обслуговування та неякісного виконання робіт, що свідчить про невиконання вказівок нормативно-технічної документації та недостатнє виконання. кваліфікація (табл. 1.1, 1.2) . Загальний відсоток цих порушень

становить 68%, коефіцієнт кореляції між кількістю оперативних збоїв і чисельністю працівників служби – 0,32.

При аналізі статистичних даних встановлено, що більше половини відмов викликані ЕЦ-пристроями (від 59,79 до 65,72%). Звідси можна зробити висновок, що технічне обслуговування пристроїв ЕЦ є відповідальним етапом експлуатації.

Таблиця 1.1–Види аварій у залізничних колах у 2022 році на Придніпровській залізниці

Вид відмови	Кількість відмов, %
Струм утікання	1.5
Вплив зовнішніх джерел	2.5
Невідомі причини	12
Закорочення	8
Стикові з'єднувачі	17
Тарілчасті шайби	1.3
Перемикачі та перемички	13
Ізоляція підключення	44
баласт	0,5
Пошкодження рейки	0,05
Дросельні трансформатори	0,15

Таблиця 1.2 – Відмови в роботі пристроїв залізничної автоматики і, як наслідок, затримка поїздів

Рік	Кількість відмов пристроїв залізничної автоматики				Кількість запізнь поїздів
	Загалом	з вини служби Ш	з експлуатаційних причин	Ті, що спричинили затримку поїздів	
2014 рік	29708	3252 (10,9%)	2816 (86,5%)	360 (11,1%)	986
2015 рік	26247	3827 (14,6%)	3335 (87,2%)	356 (9,4%)	1005
2016 рік	16886	3177 (18,8%)	2706 (85,2%)	340 (10,7%)	926
2017 рік	12844	2786 (21,7%)	2432 (87,3%)	445 (16,1%)	1356
2018 рік	9083	2172 (23,9%)	1897 (87,4%)	290 (13,4%)	865
2019 рік	8036	1872 (23,3%)	1595 (85,4%)	332 (17,6%)	970
2020 рік	6794	1485 (21,9%)	1240 (83,7%)	162 (10,8%)	490
2021 рік	6867	1497 (21,8%)	1246 (83,3%)	278 (18,5%)	1020
2022 рік	5548	1336 (24,1%)	1120 (83,9%)	312 (23,2%)	1083
Коефіцієнт кореляції 0,9					

Залежно від характеру відмови більшість можна класифікувати як поступову і, отже, попереджати у випадку параметричного керування в РК. В цілому в РК термінові відмови складають 67,5%; поступові – 32,4 %. Зі зменшенням довжини рейкової лінії кількість поступових відмов зменшується, але залишається значною.

Основним параметром, який змінюється при некоректній роботі елементів РК, що призводить до поступових відмов, є фактична напруга на колійному

приймачі (реле) - УКП (УКр). Тому в якості узагальнюючого параметра для РК можна вибрати УКП. Як додатковий контрольний параметр слід вибрати струм АЛС-ІАЛС. Такі висновки впливають з аналізу робіт як РК, так і ППР.

Кількість та характер порушень пристроїв АЛСН, що призвели до вимикання автостопів під час пропуску поїздів по залізниці, представлені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Кількість та характер порушень дій пристроїв АЛСН, що призвели до вимкнення автостопів під час прямування поїздів на залізницях України за 2020 р.

Назва несправного пристрою	Кількість скасування залізницею						
	Донецька	Львівська	Одеська	Придніпровська	Південна	Південно-західна	На всіх залізничних маршрутах
1	2	3	4	5	6	7	8
Фільтр	-	1	5	-	0	1	7
Підсилювач	6	3	7	15	7	9	37
Дешифратор	12	2	6	19	6	10	55
Загальний монтаж коробки	3	2	3	3	4	2	17
Електропневматичний клапан	2	2	2	7	6	3	22
Приймальні котушки	13	4	8-й	8-й	4	3	40
Спідометр	95	2	3	96	16	30	242
Електропроводка АЛСН з автостопом	24	3	4	22	10	14	77
Рукоятка пильності	6	4	5	11	4	2	32
Джерела енергії							

Продовження табл.1.3.

1	2	3	4	5	6	7	8
Перемикач напрямків	2	0	1	11	-	1	15
Допоміжні кнопки, педалі	3	3	2	2	2	2	14
Блоки УКБМ, Л143 та ін.	11	1	1	5	4	11	33
Локомотивні світлофори		1					
Інші	18	4	31	47	12	8-й	120
Разом	203	35	81	258	87	110	774
Розподіл за службами:							
Т служба	182	27	37	221	70	88	625
Служба Ш	21	8-й	22	37	17	22	127
Інші			22				22

Слід зазначити, що, згідно зі статистичними даними, останнім часом спостерігається збільшення часу відновлення ЕЦ пристроїв після збоїв. Отримані дані порівнювали з відомими [28] однакові за законом розподілу часу відновлення, але відрізняються значенням математичних очікувань. Час відновлення добре узгоджується із законом Ерланга:

$$t_{\text{Від}}(t) = \frac{4}{m_a^2} \cdot t \cdot e^{\frac{-2t}{m_a}}. \quad (1.1)$$

Відповідно до [8] математичне очікування становить 0,3-0,45 години (18-27 хвилин), а отриманий час – 1,8 години (1 година 48 хвилин). Однак слід зазначити, що наведені дані стосуються 1974 року. За даними Укрзалізниці [9], середній час очікування на залізничній мережі становить 1,35 - 1,78 (1 год 21 хв – 1 год 47 хв). Отримана гістограма розподілу часу регенерації пристроїв СЦБ наведена на рис. 1.2.

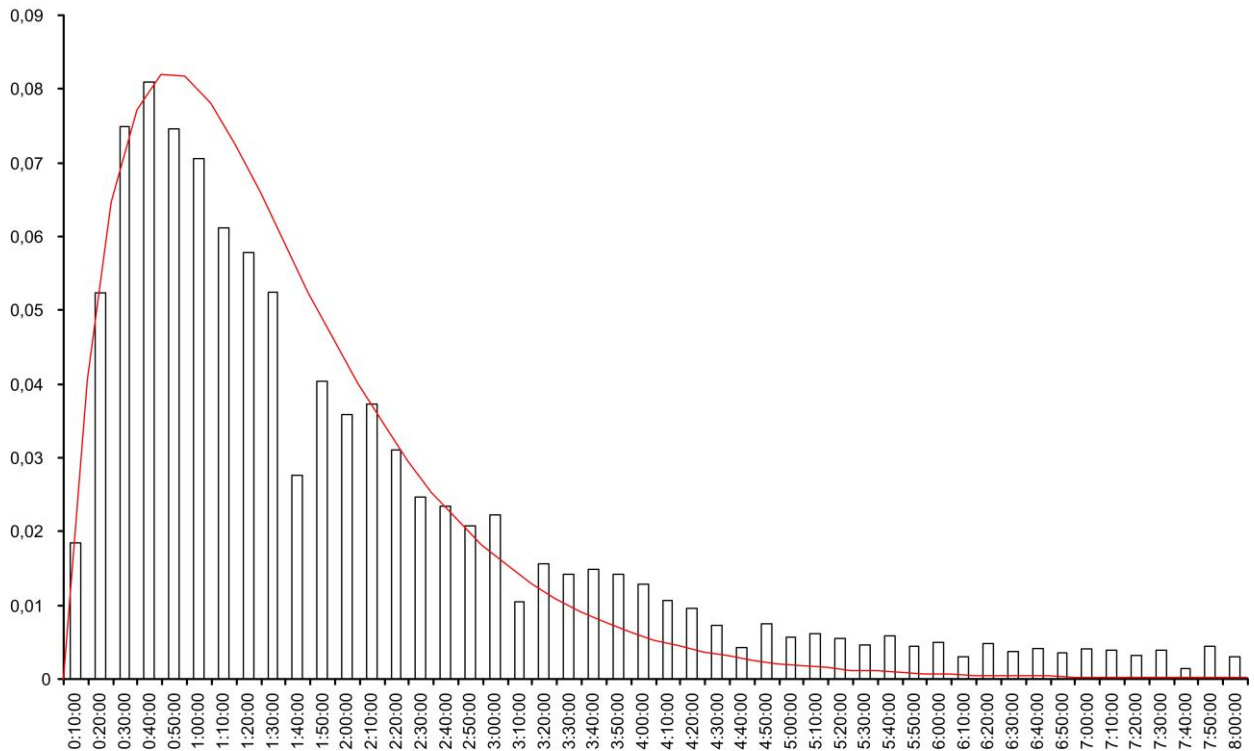


Рисунок 1.2 – Гістограма розподілу часу відновлення пристроїв СЦБ

1.2 Нормування стандартних параметрів кодового струму в рейкових лініях

Періодичну перевірку поточних параметрів коду АЛС окремих залізничних кіл (РК) не можна проводити, якщо їх перевірка вимірювальною групою вагона-лабораторії чи іншого мобільного пристрою, а також у цих рейкових колах виявилася позитивний, якщо це передбачено регламентом у нормальній експлуатації.

Значення змінного струму коду АЛС (без урахування пауз) в рейках ввідного кінця з мінімально допустимим баластним опором і перемиканням цього кінця шунтом ШН-01м або в кодовому шлейфі повинно бути не менше: 1,2 А при частота 50 Гц в місцях без електротяги; 1,4 А при частоті живлення 25 Гц і 75 Гц в місцях без електричної тяги; 2,0 А в діапазоні постійного струму; 1,4 А в місцях, де є мережа змінного струму.

Щоб забезпечити відповідність параметрів синхронізації стандартним вимогам, напруга живлення реле передавача повинна регулюватися. При цьому трансмітерне реле генератора постійного струму вибирають таким чином, щоб час їх спрацьовування не перевищував час відпускання більш ніж на 0,03-0,05 с, оскільки реле генератора постійного струму характеризуються укороченням імпульсів. Для трансмітерного реле змінного струму час активації та відпускання якоря не повинен відрізнятись більш ніж на 0,01 с.

За понад 30 років відбулася зміна поколінь спеціалістів-експлуатацій, і з часом окремі експлуатаційники та керівники різних рівнів державного залізничного господарства знову піднімають питання про вимірювання параметрів рейкових кіл за допомогою вагонів-лабораторій. Водночас настійно закликають розширити функції відомого комплексу МИКАР (Мобільний вимірювальний комплекс автоматики та радіозв'язку) у вимірювальній частині, наприклад:

- опір струмопровідних з'єднань;
 - опору шпал та витоків рейкових кіл;
 - питомий опір ізоляції (баласту) рейкових кіл;
 - асиметрія тягового струму в залізничних колах
- тощо

МИКАР був розроблений як комплекс систем вимірювання та реєстрації. Відповідно до технічного завдання МИКАР інтегрував вимірювальні системи, які показали прийнятні показники ефективності за похибками вимірювань у процесі випробувань та попередньої розробки модельних зразків. В результаті в МИКАР реалізована система вимірювання параметрів коду АЛСН, яка є найсучаснішою та перевіреною в практиці експлуатації. При цьому в МИКАР не входять вимірювальні системи з ненадійною або низькою точністю вимірювань.

1.3. Контроль параметрів струму АЛС з вагону-лабораторії

У роботі [2] описано конструктивні принципи та схемні рішення реалізації обладнання контрольно-вимірювального вагона для контролю та вимірювання параметрів рейкових кіл та напільних пристроїв АЛСН. Метод вимірювання заснований на вимірюванні електромагнітного поля, наведеного в приймальних котушках локомотива. Електромагнітне поле вимірюють за допомогою імпульсного вольтметра та електронного осцилографа.

Принцип роботи імпульсного вольтметра полягає у вимірюванні напруги зарядженого конденсатора високоомним вольтметром постійного струму. Часові параметри коду вимірюються трьома електронними мілісекундамерами, які вмикаються імпульсними реле диференціального підсилювача. Принцип роботи вимірювача мілісекунд заснований на зарядці конденсатора через вимірний проміжок часу і подальшому вимірюванні напруги на цьому конденсаторі за допомогою лампового вольтметра, градуйованого в одиницях часу.

За допомогою цього пристрою вимірювання кодових значень поточних і часових параметрів здійснюється за допомогою відомого з теорії вимірювання методу прямого оцінювання, який характеризується тим, що значення вимірюваної величини визначається безпосередньо вимірювальним пристроєм безпосередньої оцінки, попередньо градуйований в одиницях вимірюваної величини.

В роботі [3] описано обладнання контрольно-вимірювальної машини для випробувань пристроїв АЛСН. Метод вимірювання заснований на використанні наведеного в котушках приймального локомотива електромагнітного поля, величина якого пропорційна силі струму в рейках. Індукована ЕРС в приймальних котушках посилюється, перетворюється випрямлячем у постійну напругу і через деякий час досягає перетворювача напруги. Основним вузлом у цьому методі вимірювання кодового струму є аналого-цифровий перетворювач

(АЦП), який реалізує частотно-імпульсне кодування, при якому вимірюваний параметр перетворюється в часовий інтервал, заповнений імпульсами, пропорційними його опорній частоті, номер якого підраховується цифровим лічильником.

Вимірювання часових параметрів коду в даному приладі здійснюється методом частотно-імпульсного перетворення (послідовне кодування), при якому вимірюваний параметр перетворюється в кількість імпульсів, підрахованих цифровим лічильником.

Поточний і часовий параметри коду вимірюються за допомогою відомого методу порівняння, точніше його частотного різновиду - методу узгодження. Цей метод характеризується тим, що дві однорідні незалежні величини - відома і виміряна - порівнюються одночасно з кожним вимірюванням.

Для автоматизованої комплексної оцінки роботи рейкових кіл зазвичай використовують різноманітні системи, які базуються на лабораторному вагоні-лабораторії («Контроль», «Колос», «Лелека») і відрізняються за типом обробки та запису даних, що надходять із прийому. котушки, які встановлюються перед першою колісною парою.

Прилад «Контроль» призначений для вимірювання параметрів струму та часового коду АЛСН безперервного типу, вимірювання координати рейкового кола, контролю проходження ізоляційних з'єднань та реєстрації результатів вимірювань. Він розташований у вагоні-лабораторії автоматики, телемеханіки та зв'язку та використовується для періодичної перевірки працездатності наземних пристроїв АЛСН шляхом вимірювання параметрів кодового струму в рейкових колах під час руху поїзда [6].

В обладнанні «КОНТРОЛЬ» використовуються автономні вимірювальні котушки, які встановлюються на сердечники стандартних котушок локомотивів на час вимірювання. Для запису координат шляху без використання колісної

пари лабораторних вагонів використовувався спеціальний датчик обертання коліс.

Прилад «КОНТРОЛЬ» був першим серійним приладом, який отримав метрологічну документацію і затверджений Головом ЦШ МШС СРСР.

У цій системі вимірюються наступні значення:

- струм кодових сигналів АЛСН в залізничних колах частотою 25, 50 і 75 Гц в діапазоні від 1 до 35 А з відносною основною похибкою вимірювання 10%;

- тривалість кодових сигналів (імпульсів та інтервалів) в діапазоні від 0,08 до 0,6 с і кодового циклу АЛСН в діапазоні від 0,08 до 2 с. Абсолютна основна похибка вимірювання становить 0,01 с для кодових сигналів частотою 50 і 75 Гц і 0,02 с для кодових сигналів частотою 25 Гц;

- довжина рейкового кола в діапазоні від 0 до 3999 м з відносною основною похибкою вимірювання 3%.

Ця система дозволяє визначити місце ізольованого з'єднання. В основі процедури лежить вимірювання опору контуру шасі, який утворюють рейки, колісні пари та рами вагону. Вимірювальний струм в ланцюзі частотою 5 кГц створюється спеціальними котушками, встановленими під вагоном. Струм в рейках вимірюється за допомогою приймальних котушок, встановлених під вагоном, подібних до котушок АЛС.

Екранні форми, що документують результати тестування параметрів АЛС, наведені на рис. 1.3, 1.4 [4].

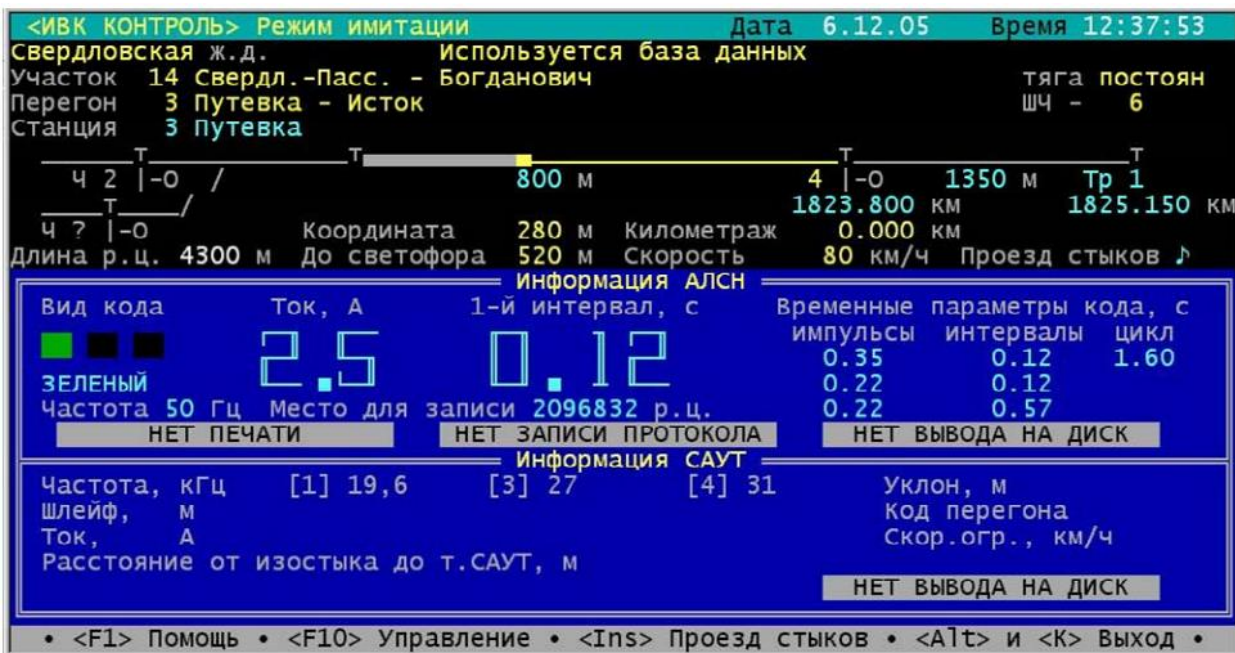


Рисунок 1.3 – Екранні форми для документування результатів тестування параметрів АЛС

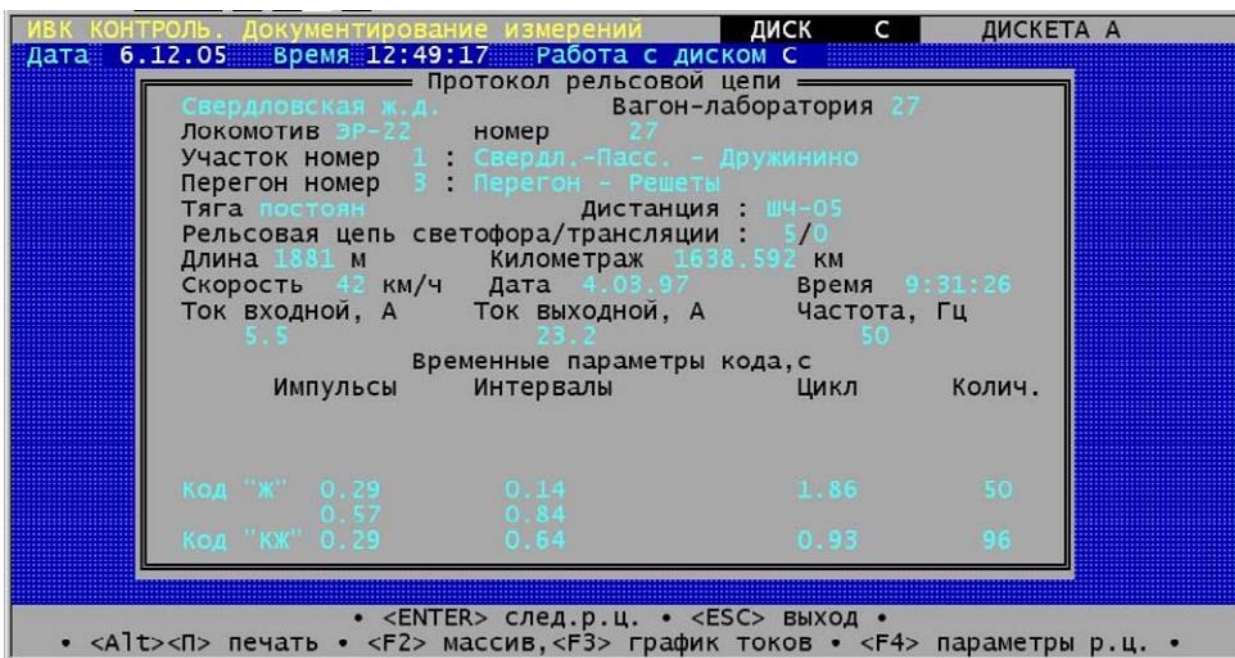


Рисунок 1.4 – Звіт про результати перегляду поточних параметрів коду АЛС

У процесі вимірювання також можна було створити скорочений звіт про вимірювання в програмі ИВК КОНТРОЛЬ, який можна було зберегти в

текстовий файл і роздрукувати на принтері на рулонному папері. Шаблон для такого протоколу наведено нижче (рис. 1.5) [4].

```

=<ИВК КОНТРОЛЬ>=Протокол измерений=АЛСН==САУТ=====
Участок 2 Решоты - Иркутск-Пас. Восточно-Сибирская ж.д.
Тяга перемен Локомотив ВЛ-80 номер 1846 Дата 3-19-98
-----
                р е л ь с о в ы е  ц е п и / т о ч к и  С А У Т
сигн/тр длина/км токВХ,А токВЫХ,А код 1имп,с 1инт,с                цикл,с/колич
-----
СТАНЦИЯ 1 Решоты _____ ИЧ - 1 _____
- Стык 1 324 м 1.7 2.5 "3" 0.35 0.12 1.61 / 16
      0.000 км
-----
!Точка САУТ! [1] 19.6 кГц ! [3] 27 кГц ! [4] 31 кГц !Уклон нет !
!выходная! 16.60 м ! нет ! нет !Код 780 !
! 0.46 А ! нет ! нет ! !
!Расст.от изостыка до т.САУТ нет Скорость проследования 27 км/ч!
-----
ПЕРЕГОН 1 Решоты - Ключи _____ ИЧ - 1 _____
- 12/0 828 м 3.2 5.4 "3" 0.35 0.13 1.59 / 32
      0.000 км
# 10/0 2338 м 3.0 8.3 "3" 0.39 0.10<0.12-0.18> 1.88 / 69
      4455.963 км
- 8/0 2576 м 2.9 9.0 "3" 0.33 0.14 1.58 / 94
      4458.550 км
- 6/0 2473 м 2.1 7.8 "3" 0.34 0.16 1.88 / 69
      4461.012 км
- 4/0 1792 м 2.6 5.4 "3" 0.33 0.14 1.59 / 56
      4462.792 км
- 2/0 1114 м 2.8 5.8 "3" 0.36 0.13 1.87 / 25
      4463.903 км
-----
!Точка САУТ! [1] 19.6 кГц ! [3] 27 кГц ! [4] 31 кГц !Уклон 7.99 м !
!предвходн.! 13.93 м ! 4.03 м ! нет !
! 0.56 А ! 0.55 А ! нет !
!Расст.от изостыка до т.САУТ нет Скорость проследования 72 км/ч!
-----
- Вх/0 1000 м 2.5 5.2 "3" 0.33 0.14 1.60 / 28
      4464.899 км
-----
!Точка САУТ! [1] 19.6 кГц ! [3] 27 кГц ! [4] 31 кГц !Уклон 6.42 м !
!входная! нет ! 6.08 м ! 23.09 м !Скор.огр. 78 км/ч!
! нет ! 0.51 А ! 0.50 А !
!Расст.от изостыка до т.САУТ нет Скорость проследования 63 км/ч!
-----
СТАНЦИЯ 2 Ключи _____ ИЧ - 1 _____
- Стык 1 512 м 2.5 3.7 "3" 0.35 0.13 1.59 / 17
      4465.412 км
- Стык 2 180 м - - кодов АЛСН нет (не записаны)
      4465.592 км
ПЕРЕГОН 2 Ключи - Юрты _____ ИЧ - 1 _____
- 22/0 851 м 1.9 3.7 "3" 0.33 0.13 1.59 / 23
      4466.443 км
- 20/1 210 м 2.5 3.4 "3" 0.38 0.12 1.87 / 7
      4468.675 км
ПЕРЕГОН 2 Ключи - Юрты _____ ИЧ - 1 _____
- 22/0 1819 м 4.0 8.9 "3" 0.35 0.15 1.88 / 38
      0.000 км
-----

```

Рисунок 1.5 – Протокол вимірювання параметрів АЛСН і САУТ

Іншою системою, яка використовується на залізницях України, є вимірювальна система «Колос», розроблена в 1981 році, яка призначена для

вимірювання параметрів числового коду АЛС та рейкового кола з вагона-лабораторії під час руху поїзда по колії в експлуатаційному режимі.

Прилад «Колос» підключається через підсилювач до локомотивних котушок паралельних пристроїв АЛС і здатний вимірювати та видавати

Вагон-лабораторія автоматизації, обладнана системою МІКАР, дозволяє вимірювати струм кодових сигналів локомотивної сигналізації частотою 25, 50 і 75 Гц в залізничних колах в діапазоні від 1 до 35 А, а також тривалість кодових сигналів (імпульсів). і інтервали.) в діапазоні від 0,06 до 0,9 с основна похибка $\pm 0,02$ с – для частоти 25 Гц і 0,01 с – для частот 50 і 75 Гц.

Системи КЛУБ і САУТ фіксують параметри сигналів локомотивного обладнання, наявність сигналів АЛСН на вході локомотивного обладнання, тип передавача колійного коду та відстань від початку (кінця) рейкового кола до місця, де було виявлено збій сигналів АЛСН. САУТ також дозволяє зіставляти розташування цих збоїв сигналу з режимами руху локомотива (прискорення, гальмування тощо) [2-5].

МІКАР розроблений на методичній, технічній та програмній основі і складається з основних систем:

- вимірювальні системи АЛСН для вимірювання параметрів числового коду локомотивної сигналізації при всіх типах автоблокування і рейкових кіл;
 - вимірювальні системи САУТ для вимірювання параметрів шлейфів САУТ;
 - системи керування ПОНАБ, ДИСК, КТСМ;
 - РАДІО вимірювальні системи для вимірювання параметрів радіозв'язку поїздів;
 - Системи вимірювання координат шляху
- і допоміжні системи:
- системи реєстрації ізоляційних швів;
 - Системи реєстрації тональних рейкових кіл (ЦАБ, АБТ та інші).

Вимірювальними системами (вимірювальними каналами) в МІКАР є: вимірювальна система АЛСН (вимірювальний канал) для вимірювання параметрів числового коду локомотивної сигналізації для всіх типів автоблокування і рейкових кіл; вимірювальна система (вимірювальний канал) САУТ для вимірювання параметрів шлейфів САУТ; вимірювальний комплекс (вимірювальний канал) для вимірювання параметрів поїзного радіозв'язку (МІКАР-РАДІО); система вимірювання (вимірювальний канал) координат шляху.

Система контролю ПОНАБ, ДИСК, КТСМ є системою тестування наземного обладнання ПОНАБ, ДИСК, КТСМ.

МІКАР поміщається в спеціальний лабораторний вагон або аналогічний мобільний пристрій і використовується для періодичної перевірки стану пристроїв АЛСН, САУТ, поїзного радіозв'язку, ПОНАБ, ДИСК та КТСМ шляхом вимірювання, контролю та реєстрації параметрів конкретної залізничної автоматики та радіозв'язку під час руху поїзду.

Розроблені також пристрої для швидкої передачі великих обсягів інформації в обмежених зонах зв'язку (так звані пристрої точкового каналу зв'язку). Продовжується впровадження пристроїв радіопередачі даних в діапазонах 160 і 460 МГц. Ці пристрої призначені для організації двонаправленої передачі даних на станціях, де технічно важко закодувати всі канали сигналами АЛСН або АЛС-ЕН.

Низька інформативність системи АЛС (використання лише трьох активних сигналів у каналі зв'язку) та обмеження її функціональних можливостей призвели до необхідності доповнення оперативного обладнання іншими засобами безпеки. Через це проводиться заміна старого обладнання на більш досконале (КЛУБ, КАУТ, КБМ та ін.), які побудовані на основі мікропроцесорів.

Комплексний захист локомотива КЛУБ призначений для підвищення безпеки руху під час поїзної та маневрової роботи шляхом прийому сигналів від колійних пристроїв АЛСН та АЛС-ЕН та відображення їх машиністу. Пристрої КЛУБ створені на основі мікропроцесорів і мають 100% активне резервування функціональних модулів для підвищення надійності.

Пристрій призначений для використання в локомотивах і рухомому складі всіх типів на ділянках залізниць з автономною та електричною тягою постійного та змінного струму з урахуванням вимог, встановлених у технічному завданні КЛУБ-У. Локомотивні системи КЛУБ-У повинні забезпечувати безпеку руху поїздів шляхом запобігання передаварійним та аварійним ситуаціям шляхом екстреного гальмування або зупинки поїзда.

Особливості КЛУБ:

- автоматичне включення екстреного гальмування в небезпечних ситуаціях;
- Забезпечення екстреного гальмування на вимогу станційного диспетчера незалежно від дій машиніста;
- заборона проїзду ділянкою зі світлофорами без погодження з диспетчером станції по радіо;
- усунення мимовільного руху локомотива (ковзання);
- виключення несанкціонованого виключення ЕПК;
- прийом і декодування сигналів АЛСН, АЛС-ЕН;
- постійний контроль стану гальмівної системи;
- регулярний контроль пильності водія;
- контроль сумісних дій машиніста і машиніста при зчепленні та веденні поїзда на заборонний сигнал світлофора;
- облік категорії поїзда, виду тяги, довжини блок-ділянок;
- реєстрація параметрів руху в електронній пам'яті касети реєстрації.

- формування сигналів для досягнення фактичної швидкості: 2, 10, 20 і 60 км/год;

Інформування водія про світлофори, кількість вільних блок-ділянок, поточну швидкість з точністю до 1 км/год і допустиму швидкість на даній ділянці маршруту, криву гальмування, а також поточний час з поправкою на астрономічний час, місцезнаходження координати локомотива з точністю до 30 м за допомогою навігаційних супутників, дотримання графіків руху поїздів, назв станцій, номерів стрілок, світлофорів, перегонів тощо, відстані до контрольних пунктів (станція, перехрестя, міст, тунель, стрілки, світлофор, розподіл електроенергії, небезпечне місце тощо), записаних на електронній карті електронного блоку БЕЛ.

При розробці системи велика увага приділялася підвищенню її надійності. КЛУБ-У має наступні параметри надійності в кожній версії: середній час роботи до відмови не менше 27 000 годин; середній час відновлення становить не більше 1 години; повний середній термін корисного використання не менше 15 років. Імовірність небезпечної відмови КЛУБ-У не перевищує 10^{-9} . Система КЛУБ-У розділена на незалежні, функціонально завершені модулі та вузли. Ці модулі можна міняти місцями без додаткових налаштувань або регулювань під час монтажу.

Для ефективного використання апаратури КЛУБ-У розроблено автоматичний пристрій дешифрування записаної інформації та комплекс засобів передрейсового контролю. Швидке та об'єктивне автоматичне декодування інформації, записаної на знімні носії, дає можливість аналізувати якість роботи локомотивного персоналу та технічний стан локомотивного обладнання.

Апаратура пристроїв КЛУБ-П і КЛУБ-УП призначена для спеціальної самохідного рухомого складу в 1999 році на базі апаратів КЛУБ і КЛУБ-У розроблені спеціальні пристрої КЛУБ-П і КЛУБ-УП. Пристрої КЛУБ-П для

спеціальних самохідних мобільних установок другої категорії характеризуються зменшеними габаритами і масою, сучасною елементною базою і підвищеною надійністю. Функціональність КЛУБ-П полягає в наступному: виключення несанкціонованого переміщення рухомого складу; вимірювання швидкості руху та гальмування автостопами при перевищенні дозволеної світлофором швидкості; отримувати інформацію з каналу АЛСН, декодувати її та відображати машиністові; контроль уваги та пильності водія та генерування сигналів для зовнішнього записуючого пристрою. Система живиться постійною напругою 24 В від бортової електромережі. Зараз обладнанням КЛУБ-П оснащено понад 3600 самохідних залізничних транспортних засобів.

Апарат КЛУБ-УП призначений для спеціальних самохідних мобільних установок першої категорії. На відміну від обладнання КЛУБ-У, не має гарячого резервування основних вузлів і можливості роботи по точковому каналу зв'язку з рухомими котушками і спрощеним дисплеєм. Живлення здійснюється від бортової мережі напругою 24 і 12 В постійного струму. Система КЛУБ-УП виключає самовільні рухи транспортних засобів і перевищення швидкості, контролює гальмування до заборонного сигналу світлофора і стан гальмівної системи, стежить за пильністю водія і використовує супутникові навігаційні пристрої для точного відображення часу, координат і реальну швидкість, видає розклад руху, відображає на основі даних електронної карти інформацію про назви контрольних точок (станція, перехрестя, міст, небезпечна зона тощо) і відстань до них, записує в пам'ять параметри руху на електронній реєстраційній касеті. У перспективі буде забезпечено швидке декодування інформації про параметри руху за допомогою комп'ютера. Наразі системою КЛУБ-УП оснащено 1600 одиниць спеціального самохідного рухомого складу [1-7].

Так дані пристрої виконують завдання забезпечення безпеки та контролю руху поїздів. КЛУБ здійснює екстрене гальмування поїзда після проїзду заборонного сигналу, САУТ – навмисна зупинка поїзда до заборонного сигналу з використанням режимів службового гальмування. Велика увага все ще приділяється контролю за уважністю та пильністю водія. Пристрій ТС КБМ все частіше використовується для моніторингу стану водія шляхом моніторингу змін електричного опору шкіри.

Для визначення причин виникнення критичних ситуацій у роботі поїзда параметри руху, сигнали, що формуються системою, стан машиніста та результати діагностики локомотива та пристроїв гальмівної системи записують на знімний носій. Довгий час для цього використовували паперову стрічку. В останні роки використовуються касети з незалежним електронним накопичувачем.

Для забезпечення високого рівня безпеки руху потрібні системи автоведення, здатні завдяки своїм інтелектуальним можливостям вирішувати додаткові, принципово важливі завдання. Раціональний стиль водіння, стабілізація розкладу, полегшення роботи водія тощо створюють умови для цілісного підвищення безпеки руху.

Небезпечні поломки мікропроцесорного обладнання локомотивів рідкісні, і їх важко виявити. Накопичений досвід забезпечення безпечної роботи бортових пристроїв свідчить про необхідність дублювання пристрою виводу та використання спеціального пристрою для порівняння або відбору більшості (мажоритарне обрання). Така схема дозволяє з високою ймовірністю ідентифікувати всі випадки помилок у системі та виключити накопичення помилок при збереженні її працездатності. Взаємне резервування паралельних систем роботи КЛУБ, САУТ та ін. дозволяє забезпечити надійну та безпечну роботу комплексу керування локомотивом.

Поява всіх перерахованих вище та інших технологічно досконалих засобів регулювання руху поїздів створила умови для розробки та впровадження нової багаторівневої системи регулювання та забезпечення безпеки руху на залізницях України.

Цифровий блок значень струму в рейках в першому імпульсі до 50 А з кроком вимірювання 0,1 А; Довжина імпульсів та інтервалів кодового циклу, а також довжина самого циклу з точністю до 0,01 с; Виконуйте безперервний контроль першого імпульсу та першого інтервалу кожного кодового циклу. Виявлення розриву кодування, який триває довше 1 с. Огляд елементів рейкового кола можна проводити в двох режимах: огляд шпал і огляд ізоляційних з'єднань. Під час руху швидкість і відстань від точки відліку вимірюють з точністю до 0,1 км.

Друкуючий пристрій використовується для запису результатів вимірювання в приладі «Колос». На паперовій стрічці відображається інформація про номер сигнальної точки і відстань від неї до опорної точки, кількість шпал з низьким опором, відхилення часових параметрів або розрив кодування, струм АЛС і стан ізолюваних з'єднань. Слід зазначити, що інформація, яка відображається на стрічці, дуже важко читається [3].

Лічильниковий розрахунковий комплекс (ІВК) включає датчики струму АЛС, ізоконтактні датчики та датчики обертання осі; Пристрої для вимірювання асиметрії тягового струму, параметрів модуля, аргументу і часу струму АЛС, а також вимірювальні прилади, що реєструють межі РК і пройдений шлях. Усі дані лічильника надсилаються до власного МІКРО-ЕВМ вагону та можуть бути виведені пристроєм управління через блок керування. Пропонується вимірювати фазові співвідношення в ІВК за допомогою цифрових фазометрів.

Автоматизована система вимірювання та контролю параметрів пристроїв СЦБ-ТЕСТ побудована на базі МІКРОКОЕОМ та відрізняється від розглянутих

вище систем тим, що призначена для безперервного моніторингу та діагностики пристроїв залізничної автоматики в робочих умовах.

Перевагою ново розроблених систем є те, що порівняно з системами, які використовуються на українських залізницях, вони дозволяють контролювати більшу кількість параметрів потоку сигналів та спрощують процедури вимірювання та обробки результатів. Однак вони мають підвищену частоту відмов (особливо системи САУТ і КЛУБ), що пояснюється їхньою низькою стійкістю до перешкод. Крім того, ці системи поведуться по-різному в залежності від типу локомотива. Найчастіше поломки спостерігалися при монтажі в електровозах серії Еп1 (до 40%) [24].

Для розшифровки стрічок реєстрації швидкості поїздів та контролю роботи систем САУТ, КЛУБ, АЛСН розроблені системи АСУ-Ш2 та АСУ-БК, які дозволяють створювати електронні бази даних, в яких вказуються причини порушень експлуатації рейкових кіл, дистанція (ШЧ, ПМ, ПМ, ЕК), відповідальна за них, заходи щодо усунення та наслідки.

Спільне використання систем МІКАР, САУТ і КЛУБ, а також пристроїв декодування діапазонів швидкостей за допомогою систем АСУ-ш2 і АСУ-БК підвищує точність локалізації та визначення причини помилок. Однак, оскільки на роботу впливають різноманітні зовнішні впливи, для визначення причини помилки зазвичай потрібні додаткові вимірювання.

Статистика відмов використовується для визначення причин помилок в системі АЛС. Враховано, що приблизно 78% поломок припадає на стикові з'єднувачі рейок (підвищення опору - 22%, обриви - 6%, крадіжки - 8%, відсутність - 42%) і перемички дросельного з'єднання - 22%. При цьому спектральний склад зворотного колійного струму та зриви, що містяться в ньому, не досліджувалися, хоча досить велика кількість відмов у роботі АЛС може бути віднесена до зривів тягового струму.

Недоліком вимірювальних систем, встановлених в вагоні-лабораторії, є те, що вони непридатні для оперативних вимірювань. Тому, крім вимірювальних систем, розробляються також прилади, що вимірюють значення і часові параметри кодового потоку. Пристрій УПН-АЛС/03 фіксує значення струмів з частотою 25, 50 і 75 Гц, часові параметри імпульсів кодового пакету, а також зміну послідовності переходів і зберігає інформацію в буфері. Час безперервної роботи 24 години. Як і САУТ, цей пристрій призначений для установки в локомотивах [2, 3].

Основними напрямками розвитку систем автоматичного контролю параметрів залізничної колії є забезпечення таких функцій:

- Виміряти модуль, аргумент і часові параметри струму АЛС і значення зворотного тягового струму в рейках;
- Виміряти поточну ординату рейкового полотна, визначити початок і кінець рейкового кола та перевірити придатність з'єднань ізостиків.
- розрахунок параметрів рейкової лінії та пристроїв РК за результатами вимірювань та визначення експлуатаційних показників РК;
- документувати виміряну інформацію.

1.4. Існуючі методи та засоби контролю параметрів рейкових кіл

Для вимірювання струму рейок у розриві між поїздами використовуються такі методи.

Відомий спосіб вимірювання сигнального струму локомотива з шунтом рейкового кола на вхідному кінці за допомогою амперметра з внутрішнім опором не більше 0,06 - 0,08 Ом.

Спосіб вимірювання струму локомотивної сигналізації в додатковій обмотці дросельного трансформатора. Паралельно цій обмотці підключають амперметр без відключення навантаження. Значення сили струму в рейках можна дізнатися, помноживши показання приладу на коефіцієнт трансформації.

Недоліком цього методу є те, що на результат вимірювання впливає внутрішній опір амперметра. Зазвичай використовують амперметр Ц-4380м, який має шкалу 0 - 1,5 А з опором 0,32 Ом [4,5].

Спосіб вимірювання сигнального струму локомотива при шунтуванні рейкового кола за допомогою випробувального шунта. Цей спосіб використовується, коли немає амперметра з малим вхідним опором. При цьому вимірюється напруга на стандартному шунті і ділиться на його опір (0,06 Ом), в результаті чого отримуємо значення струму локомотивного сигналу.

Метод вимірювання безперервного струму, що надсилається в РК під час тестування замість імпульсу. При цьому методі до вимірювання залучається друга особа, яка за допомогою шунта замикає контакт реле передавача на короткочасний безперервний струм.

У станційних рейкових колах після врахування кодування необхідно виміряти поточний код на маршрутах приймання та відправлення поїздів після визначення маршруту і наступного заповнення відповідних рейкових кіл. Якщо рейкове коло кодується від силових і релейних клем або має кодовані виходи, вимірювання слід проводити на кожному кінці входу.

Щоб визначити змінний струм кодових сигналів АЛС, помістіть шунт ШУ-01М на вихідний кінець рейкового кола, встановіть перетворювач А9-1 на частоту струму АЛС, встановіть роз'єм шини (див. малюнок) і виміряйте електроенергію.

Якщо немає трансформатора струму А9-1, для вимірювання змінного струму кодових сигналів АЛС рекомендуються такі методи:

- підключенням вимірювального приладу (амперметра) на вимірювальній шкалі (мА) паралельно до вторинної обмотки індукторного трансформатора; кодовий струм визначається множенням отриманого значення струму на коефіцієнт трансформації дросельного трансформатора. Пристрій можна підключити до газової муфти, у колійному ящику, а також у релейній кімнаті

чи шафі керування, за умови відсутності обмежувального опору в ланцюзі (від точки вимірювання до дросельної заслінки).

- приєднанням до рейок вимірювального приладу (амперметра), опір якого за шкалою вимірювання струму близький або дорівнює опору типового шунта 0,006 Ом. При використанні приладу Ц4380 вимірювання слід проводити за шкалою 6 А і внутрішнім опором приладу 0,008 Ом, тому отримане значення струму необхідно помножити на коефіцієнт 1,3;

- приєднання шунта ШУ-01М опором $(0,06 \pm 0,003)$ Ом до вхідного кінця рейкового кола на рейках з паралельним з'єднанням вольтметра будь-якого типу, межа вимірювання змінної напруги якого менше 1 В. Кодовий струм визначається діленням цього значення на шунтовий резистор 0,06 Ом [5, 6].

При кодуванні з боку джерела живлення, де силовий трансформатор рейкового кола також є джерелом кодів АЛС, вимірювання можливе без урахування схеми кодування.

Щоб виміряти струм коду при кодуванні з боку реле, увімкніть схему кодування даної ділянки, вимкніть напругу на стороні живлення, а потім виконайте вимірювання.

Щоб схема кодування була можливою, необхідно позначити маршрут відкриттям світлофора і, штучно зайнявши рейкове коло, виміряти в ньому струми АЛС.

У рейкових колах приймальних колій при кодуванні з боку джерела живлення вимірювання проводяться без визначення маршруту з кодуєм трансформатором з боку реле, а при кодуванні з боку реле - без визначення маршруту при усуненні падіння напруги - з боку сторони живлення.

Струм АЛС в рейкових колах з частотою 25 Гц вимірюється звичайним вимірювальним приладом при кодуванні з частотою 50 Гц. Для вимірювання струму кодування з боку джерела живлення від'єднайте лінії живлення 220В 25Гц на первинній обмотці колійного трансформатора рейкового кола або на

вузлі БПК і закоротити вільні клеми (клеми). Решта вимірювань виконується за допомогою описаних вище методів [1-4].

Струм АЛС в рейкових колах регулюється зміною напруги на вторинній обмотці кодованого (живлячого) трансформатора і визначається на стороні входу з урахуванням значень, розрахованих для кожної ланцюга шини. Напруга регулюється найдовшою ділянкою коду, яка є частиною групи рейкових кіл, що живляться від трансформатора. Результати вимірювань заносяться в протокол ШУ-64 на станції та в повідомлення ШУ-79 на перегонах.

Вимірювання та контроль часових параметрів струму АЛС. Тривалість першої паузи між імпульсами кодового циклу вимірюють на рейках контактним або індуктивним методом по коду З або Ж в рейковому колі.

Коли напруга реле передавача змінюється від мінімально допустимого значення до максимально допустимого значення, тривалість першого інтервалу імпульсу кодового циклу повинна становити від 120 мс до 180 мс.

Часові параметри коду АЛС слід регулювати за допомогою змінної напруги живлення трансмітерного реле або перемички на монтажній платі реле.

Вимірювання часових параметрів кодів АЛС можна не міряти, при умові, що бірка РТД трансмітерного реле передавача вказує на походження введеного коду та не перевищує 0,001 с.

Результати вимірювань і регулювань заносяться в протокол ШУ-2.

Описані вище методи дозволяють контролювати обмежену кількість параметрів кодового потоку. Вимірювання струму рейок повинні бути достовірними і, по можливості, виключати трудомісткі та тривалі процеси, які неможливо здійснити з ручним керуванням. Крім того, проведення вимірювань на перегоні вимагає суворого дотримання правил техніки безпеки, щоб виключити ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу та небезпеки від транспортних засобів.

Для вимірювання параметрів залізничних кіл на залізницях України зазвичай використовують прилади типу Ц-56, Ц-760 та Ц-4380м, якомога частіше для вимірювання струму та напруги в РК. Крім того, струм і напругу в рейках можна виміряти мультиметром В7-63, багатофункціональним приладом МПП-СЦБ або КОМАГ-Б. Ці прилади мають широку сферу застосування і дозволяють визначати параметри не тільки кодових рейкових кіл, а й тональних[1-5].

Основна відмінність приладу АЧ-4306 від Ц-4380м полягає в тому, що замість діодного випрямляча використовується електронний перетворювач, а замість металевої стрілки - скляна стрілка. Тому через впровадження в вимірювання є розбіжність з інформацією приладу Ц-4380м. З одного боку, використання перетворювача дозволило знизити енергоспоживання при вимірюванні опору постійному струму і зменшити масштаб, однак використання перетворювача П4306 для вимірювань на РК з різними частотами є недоцільним через його розміри. До недоліків мультиметра В7-63 можна віднести необхідність введення частоти вимірювального сигналу і відносно великий час відгуку (до 10 с).

В даний час випускається прилад вимірювання часових параметрів кодових сигналів (ІВП-АЛСН), призначений для вимірювання часових параметрів кодових сигналів АЛСН.

Прилад ІВП-АЛСН дозволяє вимірювати період і тривалість усіх імпульсів і інтервалів кодових сигналів АЛСН на вільних контактах реле і передавачів, на елементах приладу АЛСН, що живляться постійним і змінним (25, 50 і 75 Гц) струмом контактним способом, а також вимірювання часових параметрів кодових сигналів АЛСН у вигляді імпульсів змінного струму частотою 25, 50 і 75 Гц, що індуктивно протікають по рейках. Іншими словами: пристрій дозволяє проводити вимірювання в релейних шафах автоблокування, в рейкових колах та на вільних контактах КТП і ТР - без впливу на роботу інших

пристроїв. Він створений на основі мікропроцесорного елемента і має 16-символьний рідкокристалічний дисплей. Це портативний пристрій, який може носити електромеханік СЦБ під час виконання робіт з обслуговування РК.

Основні технічні параметри ІВП-АЛСН: діапазон вимірювання часових параметрів 60-1999 мс; діапазон вимірювання значень амплітуди імпульсів кодових сигналів: постійного струму 3-100 В, змінного струму 0,2-240 В. Вимірювання індуктивним методом проводяться при силі струму в РК 0,5-2 А на частотах 25 і 75 Гц і при струмі від 0,5-15 А при частоті 50 Гц. Прилад ІВП-АЛСН призначений для проведення вимірювань при експлуатації та ремонті систем залізничної сигналізації в цехових і польових умовах.

Прилад ІВП-АЛСН дозволяє вимірювати та відображати часові параметри кодових сигналів АЛСН у вигляді: вільних контактів КПТ, які періодично замикаються та розмикаються, контактів передавача та ін. реле; Імпульси постійного струму з позитивною полярністю від 3 В до 100 В; Імпульси змінної напруги частотою 25 Гц, 50 Гц і 75 Гц з амплітудою від 0,2 В до 240 В в рейкових колах, на приймальних котушках локомотива, на обмотках реле та всюди в схемі кодування (контактний метод) змінного струму імпульси з частотою 25 Гц, 50 Гц і 75 Гц, що протікають по рейках (індукційний процес).

Пристрій ІВП-АЛСН дозволяє вимірювати та відображати час уповільнення сигнальних та інших реле на скидання якоря [5-7].

Пристрій ІВП-АЛСН забезпечує (ІВП-АЛСН М-Е, М-1): виявлення та сигналізацію про наявність частоти, яка передає сигнали АЛС-ЕН на частоті 174,38 Гц; декодування та індикація типу сигналів АЛС-ЕН з подвійною модуляцією фазового зсуву, модульованих на першому та другому підканалах шістнадцятьма кодовими комбінаціями у вигляді модифікованого коду Бауера.

Розшифровка типу коду сигналів АЛС-ЕН контактним методом і за допомогою зовнішнього індуктивного датчика та відображення індикаторів руху на основі декодованих сигналів АЛС-ЕН (модифікація «ІВП АЛСН М-Е»).

Апарат ІВП-АЛСН випускається в наступних модифікаціях. Пристрій цифрової ІВП-АЛСН М-Е для вимірювання часових параметрів кодових сигналів АЛСН на частотах 25, 50, 75 Гц; Релейний таймер затримки опускання якоря з 10мс до 10с, декодування сигналів АЛС-ЕН. Цифровий прилад ІВП-АЛСН МІ – вимірювач часових параметрів кодових сигналів АЛСН на частотах 25, 50, 75 Гц; Релейний лічильник часу уповільнення опускання якоря від 10 мс до 10 с (без індуктивних датчиків). Офіційно схвалений для використання на залізничному транспорті.

Прилад ІВП-АЛСН також дозволяє вимірювати чисельні параметри струму сигналу автоматики локомотива в рейкових колах від локомотива.

При цьому до складу приладу входять котушки прийому сигналу (ПК1 і РК2), включені в зворотному напрямку, а також вимірювач параметрів часу ІВП-АЛСН і вольтметр ВЗ-44 для визначення електрорушійної сили, що наводиться в обмотках [7].

Недоліком приладу є те, що параметри сигналу не можуть бути зареєстровані безперервно під час руху локомотива, і під час вимірювань необхідна присутність оператора, що збільшує похибку при тривалих випробуваннях. Крім того, прилад може вимірювати лише часові параметри струму в рейках.

Пристрій МПП-СЦБ є персональним комп'ютером типу Notebook і дозволяє не тільки визначати чисельні параметри струму сигналу в РК, а й отримувати осцилограми. До недоліків можна віднести високу вартість і необхідність спеціальної підготовки обслуговуючого персоналу. Апарат КОМАГ-Б має невеликі габарити і малу вагу, але його недоліком є те, що він розрахований тільки на певний тип тональних залізничних кіл.

Тому найбільш перспективними з описаних вище пристроїв і систем вимірювання параметрів кодового струму в рейкових колах є ті, які дозволяють автоматизувати процес вимірювання і, за можливості, виключити ручні

операції, пов'язані з виведенням на поле, контролювати максимальну кількість параметрів поточного сигналу і оцінити спектр і ступінь перешкод, що впливають на приймач систем АЛСН.

Для зменшення похибок приладів слід удосконалювати вимірювальні прилади, статистичну обробку результатів, автоматичну корекцію систематичних похибок. При цьому необхідно використовувати системний підхід до вимірювань, не розглядаючи кожен параметр окремо, а враховуючи тісний взаємозв'язок, що в кінцевому підсумку дозволяє дати загальну оцінку роботі системи.

З проведеного в цьому розділі аналітичного огляду видно, що в Україні, як і в інших країнах, не розроблено автоматизований вимірювальний комплекс, який би дав змогу вимірювати основні параметри рейкових кіл, струм сигналу АЛС, і в той же час контролювати електромагнітні перешкоди в рейкових колах [7-9].

1.5. Висновки за розділами

З аналітичного аналізу методів контролю параметрів кодового струму автоматичної локомотивної сигналізації з вагона-лабораторії найбільш перспективними є ті, що забезпечують автоматизовані вимірювання шляхом реєстрації параметрів сигналу з вагона-лабораторії.

Основними напрямками розвитку систем автоматичного контролю параметрів рейкових кіл є забезпечення таких функцій:

- виміряти модуль, аргумент і часові параметри струму АЛС і значення зворотного тягового струму в рейках;
- контролювати поточну ординату рейкового полотна, визначити початок і кінець рейкового кола та перевірити придатність з'єднань ізостиків.
- розрахунок параметрів рейкової лінії та пристроїв РК за результатами вимірювань та визначення експлуатаційних показників РК;

- документувати виміряну інформацію.

Розвиток комп'ютерних технологій створив основи для вдосконалення діагностичних систем, дозволивши покласти частину вирішуваних завдань на програмне забезпечення, тим самим спростивши апаратну складову цих систем, підвищивши рівень автоматизації процесу діагностики та можливості математичної обробки інформації. Це підвищує точність і надійність вимірювань.

Завданням магістерської роботи є:

- наукове обґрунтування методу виміру кодових сигналів і контролю їх параметрів з вагону-лабораторії;

- удосконалення методики виміру параметрів кодового струму АЛС за рахунок більш точного виміру параметрів струму АЛС;

- розробка питань охорони праці і безпеки при обслуговуванні пристроїв сигналізації, централізації і блокування.

2. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ КОДОВОГО СТРУМУ АЛС З ВАГОНУ-ЛАБОРАТОРІЇ

Для розробки та наукового обґрунтування методів і засобів автоматизованого контролю параметрів рейкового кола, струму автоматичної сигналізації і рівнів завад в рейкових колах створено математичну модель для опису процесу передачі кодового струму від обладнання колії до локомотива. Канал автоматичної передачі сигналів автоматичної локомотивної сигналізації включає чотирьохполюсник живильного кінця рейкового кола, колію, опору поїзного шунта і приймальні котушки вагона-лабораторії, які індуктивно з'єднані з рейковими нитками.

При сигналізації локомотивів за допомогою числового коду кожен сигнал світлофора на колії перетворюється у відповідну комбінацію кодів, створюючи електричний сигнал, який посилається на рейки і рухається назустріч локомотиву у вигляді певної комбінації імпульсів струму. Загальна структурна схема режиму роботи системи автоматичної локомотивної сигналізації наведена на рис. 2.1.

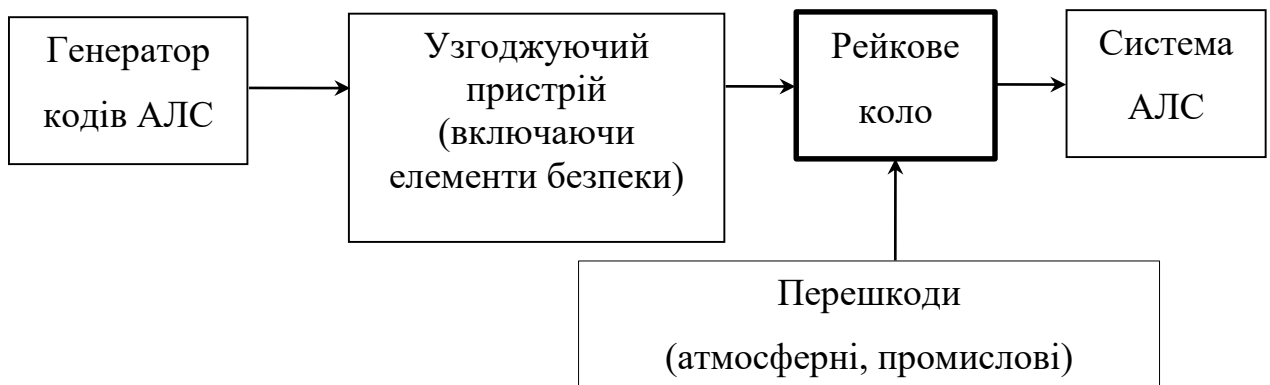


Рисунок 2.1 – Узагальнена структурна схема передачі інформації в систему автоматичної локомотивної сигналізації

утвореному рейками P1 і P2 і колісною парою, тече в протилежному напрямку під кожною котушкою. Загальна індукційна ЕРС дорівнює:

$$\dot{E} = \dot{E}_1 + \dot{E}_2, \quad (2.1)$$

де \dot{E}_1, \dot{E}_2 електромагнітні поля, представлені в приймальних котушках ПК1 і ПК2 [7-9].

Таким чином ви отримуєте співвідношення між напругою та струмом на кінці живлення рейкового кола $\dot{U}_n \dot{I}_n$

Далі розглянемо питання про визначення електрорушійної сили, що виникає під дією змінного магнітного потоку, викликаного сигнальним струмом $\dot{I}_{алс}$

Оскільки задача визначення розподілу магнітного потоку навколо рейки досить складна і трудомістка, замінимо рейку еквівалентним круглим дротом нескінченної довжини, по якому тече синусоїдальний струм. $i = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ Позитивний напрямок струму в рейці має збігатися з напрямком осі z.

За векторним потенціалом магнітного поля визначали магнітну індукцію та потік, що проходить через приймальні пристрої АЛС. Напрямок цього вектора збігається з напрямком струму в провіднику. Векторний потенціал має таку залежність від магнітної індукції та магнітного потоку:

$$\bar{B} = \text{rot } \bar{A}, \quad (2.2)$$

$$\bar{\Phi} = \int_S \bar{B} d\bar{S} = \int_S \text{rot } \bar{A} d\bar{S} = \oint \bar{A} d\bar{l}, \quad (2.3)$$

де \bar{B} – вектор магнітної індукції, Тл; S – площа, через яку протікає магнітний потік, м²; Φ – магнітний потік, Вб.

Величина і напрямок векторного потенціалу магнітного поля залежать від сили струму, що протікає по довжині провідника $d\bar{l}$ і за рівнянням Пуассона дорівнює

$$\bar{A} = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot i \cdot d\bar{l}}{4 \cdot \pi \cdot R}, \quad (2.4)$$

де μ – магнітна проникність середовища (сталевий сердечник), Гн/м; μ_0 – магнітна стала, Гн/м; R – відстань від випромінюючого провідника до точки простору, м.

У результаті певних математичних перетворень отримуємо

$$B = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I_m d\bar{l} \cdot \sin\theta}{4 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{\sin(\omega \cdot t - \frac{\omega \cdot R}{v})}{R^2} + \frac{\omega}{v \cdot R} \cos(\omega \cdot t - \frac{\omega \cdot R}{v}) \right] \quad (2.5)$$

Для нескінченно довгого провідника (залізничної лінії) індукція магнітного поля в точці, віддаленій від випромінювача, $r = R \sin \theta = 1$ дорівнює

$$B(t) = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I_m}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{\sin(\omega \cdot t - \frac{\omega \cdot R}{v})}{R} + \frac{\omega}{v} \cos(\omega \cdot t - \frac{\omega \cdot R}{v}) \right], \quad (2.6)$$

Відповідно до закону електромагнітної індукції ЕРС, що наводиться в приймальній котушці АЛС з циліндричним сердечником, дорівнює

$$E(t) = -\frac{W_B \cdot d\Phi}{dt} = -\frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I_m \cdot \pi \cdot d^2}{2 \cdot \pi \cdot 4} \left[\cos(\omega \cdot t - \frac{\omega \cdot R}{v}) \cdot \frac{\omega}{R} - \sin(\omega \cdot t - \frac{\omega \cdot R}{v}) \cdot \frac{\omega^2}{v} \right] \quad (2.7)$$

де W_B – кількість витків котушки, d – діаметр сердечника, м.

Без урахування ефекту затримки хвилі та з урахуванням того, що поперечний переріз сердечника має квадратну форму, ефективне значення ЕРС в приймальній котушці можна визначити за формулою

$$E = -\frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I_m}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \omega \cdot S \cdot l_c \quad (2.8)$$

де S - площа поперечного перерізу сердечника, м^2 [10-12].

Наведемо приклад розрахунку ЕРС, що виникає в приймальних котушках локомотива або лабораторного вагона.

2.2. Результати розрахунку ЕРС

Вихідні дані розрахунку.

Розташування приймальних котушок показано на рис. 2.3.

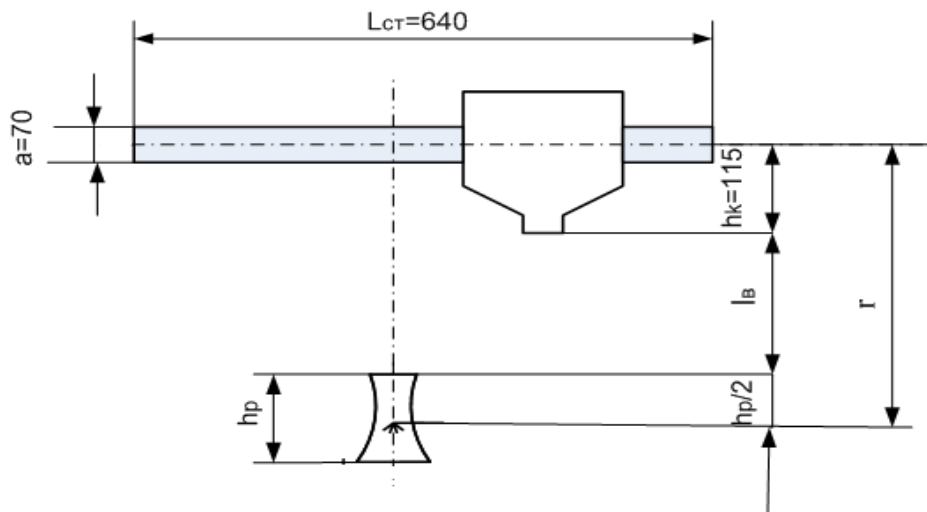


Рисунок 2.3 – Розташування приймальних котушок над рейками

Частота струму сигналу $f = 25,50,75$ Гц

Відносна магнітна проникність рейкової сталі при силі струму до 100 А $\mu = 100$.

Магнітна постійна $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 4\pi \cdot 10^{-7}$.

Висота підвіски котушок над рейками $R = 100 \dots 250 \text{ мм}$.

Площа поперечного перерізу сердечника приймальних котушок,

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 70^2}{4} = 3,848 \cdot 10^3 \text{ мм}^2 \quad (2.9)$$

Струм в рейках $I_m = 10 \text{ А}$

Довжина осердя $l_c = 0,64 \text{ м}$

Таким чином,

$$E = - \frac{100 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2}} \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 3.848 \cdot 10^{-1} \cdot 0.64 = 0.128 \text{ В}$$

Подальші результати розрахунків наведені в таблиці 2.1 та на аркуші 2 для струму в рейках частотою 25, 50, 75 Гц і висотою котушки над рейками від 100 до 250 мм.

Наведемо приклад розрахунку електромагнітного поля в приймальних котушках згідно [7-9].

$$E = 4.44 \cdot f \cdot w \cdot B_m \cdot S \cdot 10^{-8}, \quad (2.10)$$

де f - частота сигнального струму в шинах (25, 50, 75 Гц), w - число витків в котушках, $w = 3300$ витків, B_m - магнітна індукція, Тл.

$$B_m = \frac{m \cdot \mu}{m + \mu - 1} \cdot H_m \quad (2.11)$$

де m - емпіричний коефіцієнт, що враховує зв'язок між індукцією та напруженістю магнітного поля, а H_m - напруженість.

$$m = \frac{\frac{l_c}{d}}{2.72 \cdot \lg\left(\frac{l_c}{d}\right) - 0.69} \quad (2.12)$$

$$H_m = \frac{0.2 \cdot I_m \cdot \sqrt{2}}{\frac{h_p}{2} + R + 115} \quad (2.13)$$

h_p - висота рейок, для рейок Р65 $h_p = 180$ мм.

$$m = \frac{\frac{640}{70}}{2.72 \cdot \lg\left(\frac{640}{70}\right) - 0.69} = 4.752$$

$$H_m = \frac{0.2 \cdot 10 \cdot \sqrt{2}}{\frac{180}{2} + 100 + 115} = 9.274 \cdot 10^{-3} \quad (\text{А/м})$$

$$B_m = \frac{4.752 \cdot 100}{4.752 + 100 - 1} \cdot 9.274 \cdot 10^{-3} = 4.248 \cdot 10^{-3} \quad (\text{Тл})$$

$$E = 4.44 \cdot 50 \cdot 3300 \cdot 4.248 \cdot 10^{-3} \cdot 3.848 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8} = 0.12 \text{ В}$$

Решта результатів розрахунків наведена в табл. 2.1, 2.2 для струму в рейках частотою 25, 50, 75 Гц і висотою котушки над рейками від 100 до 250 мм при струмі на залізничних коліях 10 А.

Надані виробником результати вимірювань електромагнітного поля в приймальних котушках свідчать, що воно становило 0,13 В.

Відносна похибка між виміряним значенням і значенням, розрахованим за формулами (2.8), становила $\delta = \frac{0.13 - 0.128}{0.13} \cdot 100 = 1.5\%$, а за формулою (2.10) –

$$\delta = \frac{0.13 - 0.128}{0.13} \cdot 100 = 7.7\%.$$

Тому формула (2.12) точніша за формулу (2.13).

На на рис.2.4 – 2.6 наведені результати розрахунків електромагнітного поля залежно від висоти підвіски котушки над головою рейки та аналогічної залежності електромагнітного поля, зазначеної виробником. Як видно з графіка, величина електрорушійної сили, що виникає в автоматичних сигнальних котушках локомотива при струмі рейки 10 А, зменшується зі збільшенням відстані котушки від головки рейки. Оскільки сила ЕРС в приймальних котушках прямо пропорційна частоті струму в рейках, вона зростає зі збільшенням частоти. Відносна похибка між розрахунковими даними та нормативними даними, наданими виробником, становить не більше 3,5%. Коли локомотив рухається по кривих ділянках колії, центр сердечника також переміщується відносно осі рейки. Згадані фактори, що визначають величину магнітного потоку в приймальних котушках, важко точно розрахувати.

Визначається амплітуда напруженості магнітного поля H_M в центрі осердя приймальної котушки, розміщеної над рейкою, при діючому значенні струму I і на відстані r від центра осердя до осі струму згідно з формулою (2.12).

$$r = h/2 + l_B + h_k. \quad (2.13)$$

де h_p - висота рейки (P50 - 152 мм);

Таблиця 2.1 – Залежність електроорушійної сили струму 10 А частотою 25, 50, 75 Гц від висоти підвіски котушки над головною рейкою

									Відстань між рейкою і котушкою АЛС, см
23	22	21	20	19	18	17	16	15	
0,048	0,05	0,052	0,054	0,056	0,059	0,061	0,064	0,067	Вимірюється
0,043	0,044	0,045	0,046	0,048	0,049	0,05	0,051	0,053	Для круглого сердечника
0,047	0,049	0,052	0,054	0,057	0,06	0,064	0,068	0,069	Для квадратного сердечника
2/08	2	0,77	0,92	1.78	1.69	3.27	3/13	3.5	Відносна похибка %
0,095	0,099	0,103	0,108	0,114	0,12	0,126	0,133	0,14	Вимірюється
0,086	0,088	0,09	0,093	0,095	0,098	0,1	0,103	0,106	Для круглого сердечника
0,094	0,098	0,104	0,109	0,115	0,121	0,128	0,136	0,145	Для квадратного сердечника
0,01	0,01	0,97	0,92	0,88	0,83	1.59	2.25	3.51	Відносна похибка %
0,142	0,148	0,156	0,163	0,172	0,181	0,192	0,204	0,218	Вимірюється
0,129	0,132	0,136	0,139	0,143	0,146	0,15	0,154	0,159	Для круглого сердечника
0,147	0,152	0,159	0,166	0,175	0,184	0,193	0,201	0,21	Для квадратного сердечника
3.52	2.70	1.92	1.84	1.74	1,65	0,52	1.47	3.5	Відносна похибка %

l_b – змінна довжина рейкової петлі в залежності від положення поїзда на ділянці блоку (11 – 18 мм).

$$r = \frac{152}{2} + 110 + 115 = 301 \text{ мм}$$

Відповідно до рівняння (2.11) визначається емпіричний коефіцієнт m , який враховує залежність між індукцією та напруженістю магнітного поля у розімкнутому циліндричному сердечнику довжиною $l_{ст}$ і еквівалентний діаметр d для поперечного перерізу площею S ,

$$d = \sqrt{4S/\pi} = \sqrt{4 \cdot 0,49/\pi} = 0,79 \text{ м} \quad (2.15)$$

$$S = a^2 = 70^2 = 4900 \text{ мм}^2$$

Відрізняючогось від окружності за умови $6 < l_{ст}/d < 37$.

Таблиця 2.2–Результати розрахунків E_1 частотою 25, 50,75 Гц

Змінна довжина рейкової петлі l_b , м	Відстань від центру сердечника до вісі струму r , м	Амплітуда напруженості магнітного поля в центрі приймальної котушки H_m , А/м	Магнітна індукція B , Тл	Електро-рушійна сила при частоті струму 25 Гц $E_1 \cdot 10^{-3}$, В	Електро-рушійна сила при частоті струму 50 Гц $E_1 \cdot 10^{-3}$, В	Електро-рушійна сила при частоті струму 75 Гц $E_1 \cdot 10^{-3}$, В
0,11	0,301	0,987	0,868	151	302	453
0,13	0,321	0,925	0,813	141,5	283	424
0,15	0,341	0,871	0,766	133	266	399,9
0,17	0,361	0,823	0,724	126	252	378
0,18	0,371	0,8	0,704	122,5	245	367,5

Індукція B_m в осерді розраховується з використанням відносної проникності сталі μ та форми осердя з урахуванням коефіцієнта m . Останнє рівняння виражає індукований ЕРС як функцію поточної частоти f , індукції B_m , число витків ω і площа поперечного перерізу сердечника S . Розраховане B_m є наближеним значенням, оскільки в дійсності розподіл магнітної індукції в перерізі сердечника значно відхиляється від однорідності. Це пов'язано з тим, що саме зовнішнє поле неоднорідне і, крім того, позначається вплив поля намагніченості окремих пластин.

Наведені формули дають більш точний результат для сердечника циліндричної форми, приблизний результат для сердечника квадратного поперечного перерізу та менш точний результат для сердечника прямокутного поперечного перерізу.

Для точного визначення ЕРС в котушці використовуються експериментальні криві взаємної індуктивності $M_{пр}$ (між рейками і приймальною котушкою для певних розмірів), які враховують положення котушки відносно рейки [3].

$$Hm = \frac{0,21\sqrt{2}}{0,301} = 0,987 \quad \text{А/м}$$

$$m = \frac{\frac{640}{0,79}}{2,72 \lg\left(\frac{640}{0,79}\right) - 0,69} = -0,863$$

$$Bm = \frac{-0,863 \cdot 100}{-0,863 + 100 - 1} \cdot 9,867 \cdot 10^{-4} = 0,868 \quad \text{Тл}$$

$$E_1 = 4,44 \cdot 25 \cdot 3200 \cdot 0,867 \cdot 0,49 \cdot 10^{-3} = 0.151 \text{ В}$$

Формулу також можна використовувати для обчислення загальної ЕРС, яку струм I частоти f індукує в обох котушках

$$\dot{E} = j2\pi f(M_{1пр} + M_{2пр})I_k, \quad (2.16)$$

Величина $M_{пр}$ для котушки з індуктивністю 7,1 Н, що використовується на залізницях України, значною мірою залежить від відстані r між центром осердя та віссю струму O (рис. 2.4). На $M_{пр}$ також важливо положення осердя центра сердечника щодо вісі струму в рейці. Якщо центр сердечника переміщується на 100 мм, так що котушка наближається до осі струму (крива 2) або віддаляється від неї (крива 3), то значення $M_{пр}$ відхиляється від значення, що відповідає положенню центру котушки який з'єднаний з віссю струму (крива 1). Коли центри сердечників обох котушок переміщуються на кривих ділянках колії, одна котушка віддаляється від осі своєї рейки, а інша наближається до неї. В результаті загальна ЕРС майже не змінюється [2].

$$\dot{E} = j2\pi \cdot 25 \cdot (0,45 + 0,45) \cdot 10^{-3} \cdot 1,4 = 0,190 \text{ В}$$

Результати розрахунків зведені в табл. 2.3 – 2.5 і наведені в на графіках (рис. 2.4-2.6).

Таблиця 2.3 – Розрахунок сумарної ЕРС, що відображається в обох котушках (частота струму коду 25 Гц)

Відстань від центру сердечника до осі струму r , мм	Коефіцієнт взаємної індукції між котушкою і рейками Мпр, Гн	Електрорушійна сила при частоті струму 25 Гц і силі 1,4 А Е, В	Електрорушійна сила при частоті струму 25 Гц і силі 5А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 25 Гц і силі 10 А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 25 Гц і силі 15 А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 25 Гц і силі 25 А Е,В
301	0,45	0,198	0,707	1,414	2,121	3,534
321	0,43	0,189	0,675	1,351	2,026	3,377
341	0,41	0,18	0,644	1,288	1,932	3.22
361	0,39	0,171	0,612	1,225	1,838	3,063
371	0,38	0,167	0,596	1,194	1,791	2,585

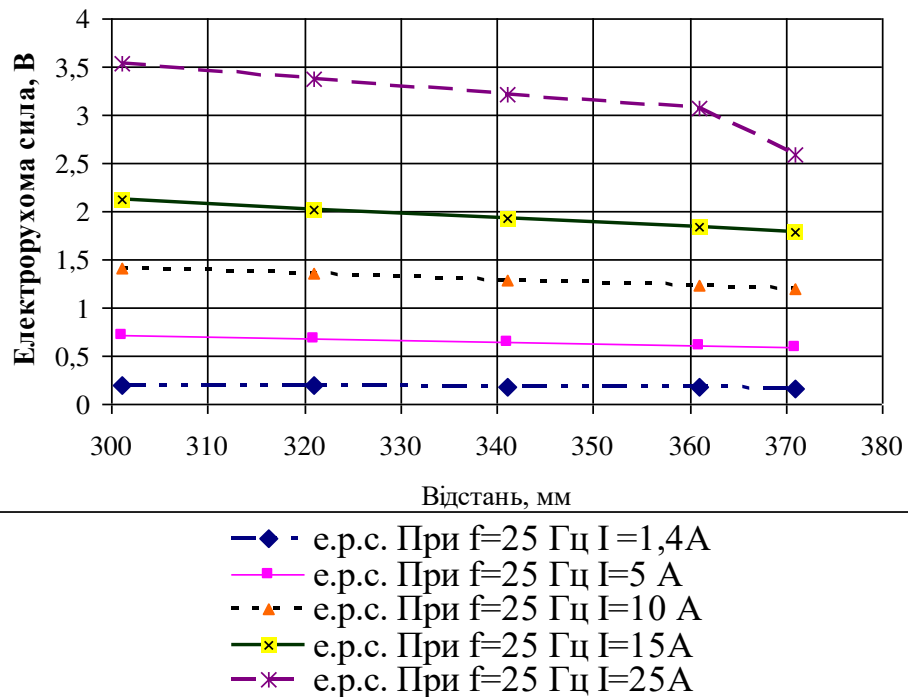


Рисунок 2.4 – Діаграма залежності електрорушійної сили при частоті струму $f = 25$ Гц від відстані центру осердя до осі струму

Таблиця 2.4 – Розрахунок сумарної ЕРС, що відображається в обох котушках
(кодовий струм частотою 50 Гц)

Відстань від центру сердечника до осі струму r , мм	Коефіцієнт взаємної індукції між котушкою і рейками Мпр, Гн	Електрорушійна сила при частоті струму 50 Гц і силі 2 А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 50 Гц і силі 5А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 50 Гц і силі 10А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 50 Гц і силі 15 А Е,В	Електрорушійна сила при частоті струму 50 Гц і силі 25 А Е,В
301	0,45	0,565	1,414	2,827	4,241	7,069
321	0,43	0,54	1,351	2,702	4,053	6,754
341	0,41	0,515	1,288	2,576	3,867	6,44
361	0,39	0,49	1,225	2,45	3,676	6,126
371	0,38	0,477	1,194	2,388	3,581	5,969

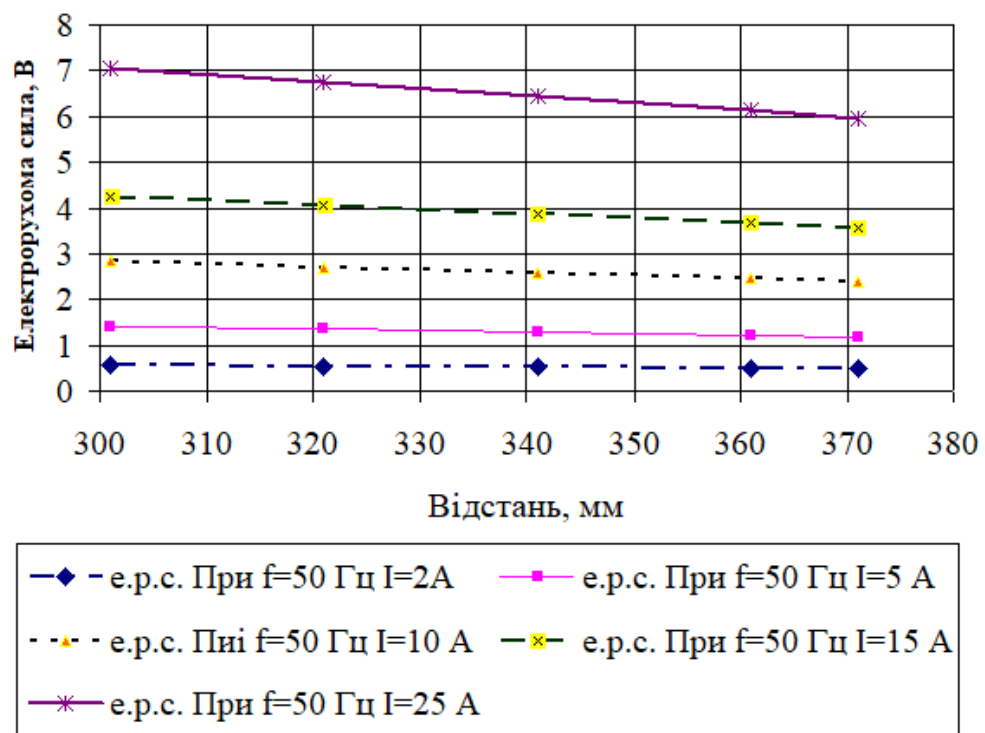
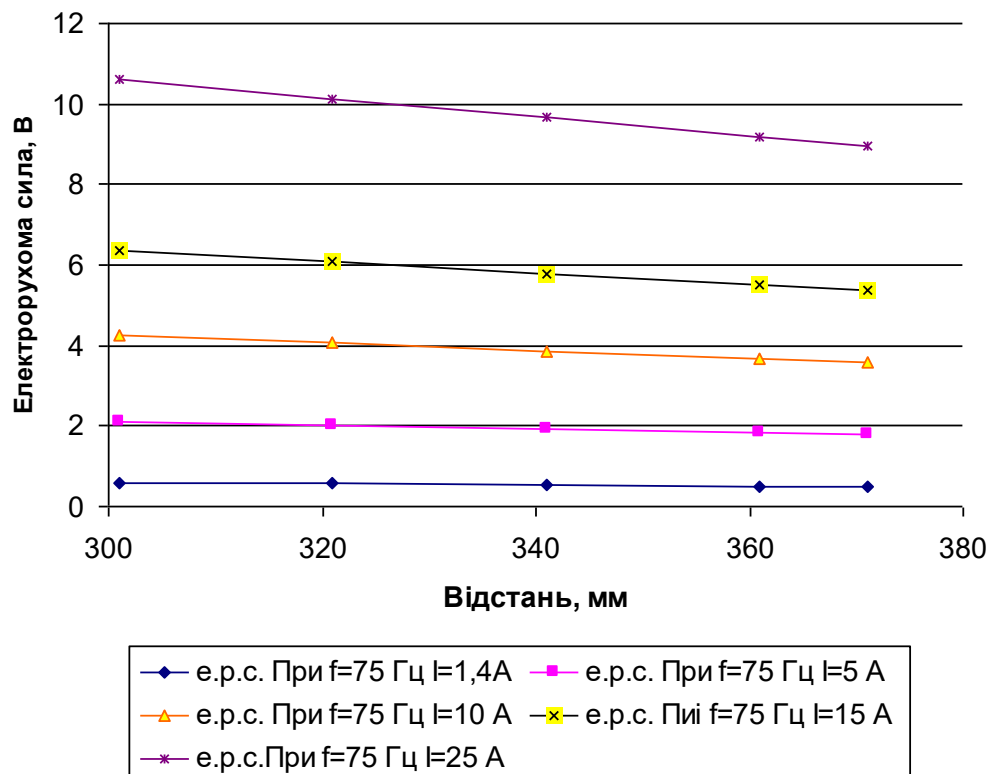


Рисунок 2.5 – Діаграма залежності електрорушійної сили при частоті струму $f = 50$ Гц від відстані центру осердя до осі струму

Таблиця 2.5 – Розрахунок сумарної ЕРС наведена в обох котушках током з частотою 75 Гц

Відстань від центру сердечника до вісі струму r , мм	Коефіцієнт взаємодукції між котушкою та рейками Мпр, Гн	Електро рухома сила при частоті струму 75 Гц та силі 1,4 А Е, В	Електро рухома сила при частоті струму 75 Гц та силі 5 А Е, В	Електро рухома сила при частоті струму 75 Гц та силі 10 А Е, В	Електро рухома сила при частоті струму 75 Гц та силі 15 А Е, В	Електро рухома сила при частоті струму 75 Гц та силі 25 А Е, В
301	0,45	0,593	2,121	4,241	6,362	10,6
321	0,43	0,567	2,026	4,053	6,079	10,13
341	0,41	0,54	1,932	3,864	5,796	9,66
361	0,39	0,514	1,838	3,676	5,513	9,189
371	0,38	0,501	1,791	3,581	5,372	8,954



Рисунки 2.6 – Діаграма залежності електрорушійної сили при частоті струму $f = 75$ Гц від відстані центру осердя до осі струму

2.3. Висновок за розділом

З метою покращення технічного обслуговування залізничних кіл запропоновано метод автоматизованого вимірювання параметрів РК з вагону-лабораторії, суть якого полягає у комплексному аналізі залежностей миттєвих значень електромагнітного поля на приймальних котушках системи АЛС віж пройдоної відстані та часу впродовж усієї блок-дільниці, зареєстрованої при вимірюванні проходів лабораторного вагона, а також швидкості локомотива по відношенню до окремих рейкових кіл, межі яких визначаються зміною амплітуди і фази записуваного сигналу.

Поточна обробка результатів вимірювань відбувається безпосередньо під час руху і супроводжується табличним записом найважливіших електричних параметрів для кожного РК окремо. Ці результати збираються в базу даних і після проведення вимірювань, після більш детальної обробки, аналізується динаміка зміни електричних параметрів залізничних кіл у часі, що дає можливість прогнозувати зміни в роботі залізничних кіл і здійснювати їх утримання в майбутньому відповідно до фактичного стану. У разі неприпустимого відхилення параметрів струму АЛС в автоматичному режимі проводяться розрахунки параметрів рейкового кола та спектральний аналіз електромагнітних перешкод [10-12].

Шляхом комплексного аналізу результатів контролю, порівняння параметрів, визначених на основі розроблених моделей і заходів РК з розрахунковими, а також даних попередніх вимірювань, можна визначити можливі причини несправностей і збоїв у роботі установки РК. Залежно від характеру тимчасової зміни амплітуди та частоти збурень, а також пройденої відстані визначають можливі джерела завад та оцінюють небезпеку їх впливу.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС РОБОТИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1. Шкідливі та небезпечні фактори

Охорона праці зазвичай визначається як стан умов праці, за якого виключена можливість впливу на працівників небезпечних факторів [з України “Про охорону праці”]. Електричний струм є небезпечним фактором в електроустановках. Техніка безпеки в електроустановках в основному спрямована на попередження випадків ураження електричним струмом. Встановлено, що більшість випадків ураження електричним струмом відбувається в електроустановках з напругою до 1000 В (380/220/127 В). Це пояснюється тим, що електричні пристрої до 1000 В доступні широкому колу працівників, незалежно від їх електротехнічної підготовки. Імовірність впливу напруги зростає, оскільки органи чуття людини не розпізнають небезпеку електричного струму.

Ураження електричним струмом є однією з основних причин смертельних випадків.

До основних причин аварій в електроустановках відносяться: ненавмисне доторкання або небезпечне наближення до струмоведучих частин і частин, що знаходяться під напругою; Коротке замикання струму на землю або на корпус електрообладнання і поява напруги на металевих частинах, які не отримують нормального живлення; Неправильні дії персоналу, в тому числі комутаційних пристроїв, які можуть викликати появу напруги на невідключених частинах, на яких працюють люди.

Статистика свідчить, що кількість нещасних випадків, у тому числі зі смертельними наслідками, на напругу від 127 до 380 В становить близько 80% від загальної кількості випадків ураження електричним струмом.

При необхідності проведення робіт на обладнанні, яке може перебувати під напругою, необхідно застосовувати необхідні засоби захисту [13-19].

3.2 Організаційні заходи

Роботи в електроустановках, пов'язані з їх організацією, поділяються на: за нарядом-доступом (далі - наряд), за розпорядженням і за поточним експлуатаційним нарядом.

Організаційними заходами щодо забезпечення безпечної роботи в електроустановках є:

- затвердження переліку робіт, які проводяться згідно з нарядом, розпорядженнями та за поточним експлуатаційним нарядом;
- призначення відповідальних за охорону праці;
- виконання робіт на підставі наряду, розпорядженням, або переліку робіт за поточним експлуатаційним нарядом;
- підготовка робочих місць;
- допуск до робіт;
- контроль під час роботи;
- переведення на іншу роботу;
- облік перерв у роботі та їх проведення.

Нарядом є розпорядження про виконання роботи, оформлене на спеціальному бланку встановленої форми з зазначенням змісту, місця роботи, часу її початку і закінчення, умов безпеки праці тощо.

Розпорядження - це службове доручення, в якому вказуються зміст, місце, час, заходи безпеки, якщо це необхідно, і особи, відповідальні за виконання. Розпорядження може передаватися безпосередньо або шляхом повідомлення з подальшим записом в операційний журнал.

В оперативному журналі зазначаються: хто видав наряд, зміст і місце виконання робіт, категорія робіт за технікою безпеки, перелік технічних і

організаційних заходів, режим роботи, прізвище та ініціали керівника ділянки тощо. Члени бригади та їх групи з електробезпеки.

Поточне технічне обслуговування проводиться ремонтно-технічним персоналом самостійно на закріпленій за ним ділянці протягом зміни, для виконання якого не потрібні накази та розпорядження.

Відповідно до наказу проводяться роботи з ремонту електроустановок:

- зі зняттям напруги;
- без відключення напруги на струмоведучих частинах і поблизу них;
- без відключення живлення струмоведучих частин.

Всі роботи по електроустановках без наряду проводяться:

- на вимогу уповноважених осіб (у відповідності до пункту 6.3.3) із записом в оперативному журналі;
- в порядку поточного процесу з подальшим записом в операційний журнал.

Наряд-замовлення є унікальним і діє на робочий день підрядника. У разі необхідності повторення або продовження роботи, зміни умов праці чи складу бригади наказ необхідно переоформити та занести в оперативний журнал.

За розпорядженням ви можете виготовити:

- не працювати більше однієї зміни без відключення напруги до струмоведучих частин;
- незапланована робота, викликана необхідністю виробництва і яка може тривати до однієї години;
- роботи зі зняття навантаження електроустановок напругою до 1000 В, які тривають не більше однієї зміни.

Перелік робіт, що проводяться на електроустановках, прийнятих в експлуатацію, встановлюється і затверджується особою, відповідальною за електрогосподарство відповідно до обладнання, що експлуатується, і місцевих умов [13-19].

Організаційні заходи щодо забезпечення безпеки при виконанні підрядних робіт в електроустановках відповідають підрядним.

Особа, що віддає розпорядження призначає керівника (наглядача), визначає можливість безпечного ведення робіт і вказує необхідні для цього технічні та організаційні заходи.

Під час роботи забороняється змінювати склад бригади, яка працює за нарядами.

Перед початком роботи керівник приймає робоче місце в особи, яка його затверджує, і вносить до оперативного журналу відомості про прийняття доручення на виконання із зазначенням початку роботи.

З моменту допуску до виконання робіт згідно з нарядом керівник (наглядач) здійснює контроль за дотриманням членами бригади правил охорони праці.

Після завершення роботи менеджер проекту вимагає:

- при виконанні робіт з ізоляцією під напругою або без неї на струмоведучих частинах і поблизу них вивести персонал з робочого місця однією особою з оперативно-ремонтного персоналу, перевірити робоче місце і завершити роботу, оформляючи робочий протокол;

- при виконанні робіт без відключення напруги на струмоведучих частинах оглянути робоче місце, вивести персонал і доповісти особі обслуговуючого та ремонтного персоналу обсяг виконаної роботи та дату її закінчення.

Звіт начальника робіт записується в операційну книжку особою з операційно-ремонтного персоналу.

Особа з експлуатаційно-ремонтного персоналу інформує замовника безпосередньо або шляхом повідомлення про виконання робіт, які виконуються згідно з замовленням.

Організаційними заходами щодо забезпечення охорони праці в порядку виконання робіт в електроустановках є:

- складання переліку робіт, пов'язаних з обслуговуванням обладнанням і місцевими умовами, особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства, і затвердження його керівником підприємства;

- визначення машиністом робіт необхідності виконання тих чи інших робіт і можливості їх проведення в повній безпеці.

Роботи, зазначені в переліку, дозволяються на постійній основі і не потребують видання додаткових наказів та розпоряджень [13-19].

3.3 Технічні заходи з безпеки праці

Для підготовки робочого місця до роботи, що потребує відключення від напруги, необхідно виконати в зазначеному порядку такі технічні заходи:

- проводити необхідні відключення та вживати заходів щодо уникнення випадкового або самовільного ввімкнення комутаційних апаратів;

- наклеїти заборонні плакати на пульти ручного керування та ключі дистанційного керування комутаційними апаратами;

- переконайтеся, що струмоведучі частини знеструмлені та мають бути заземлені для захисту людей від ураження електричним струмом.

- встановити заземлення;

- у разі необхідності обгородити робочі місця або частини, що знаходяться під напругою, і вивісити на огорожах попереджувальні плакати. Залежно від місцевих умов струмоведучі частини огороджують до або після заземлення [18, 19].

3.4. Вплив шкідливих виробничих факторів на технічне обслуговування обладнання СЦБ. Вимоги безпеки під час роботи

З метою забезпечення безпеки залізничного руху та праці працівників під час роботи на залізничних коліях робоче місце огорожується відповідними знаками. Залежно від типу, розміру та ступеня загрози роботи розрізняються та захищаються стоп-сигналами, сигналами обмеження швидкості та сигналами «С» (для свистків).

Будь-які перешкоди для руху поїздів, що рухаються, на станційних коліях і стрілочних переводах захищаються сигналами зупинки, незалежно від того, очікується поїзд або маневровий склад чи ні. При виконанні робіт в колійному господарстві особлива відповідальність покладається на оперативного керівника. Перед початком роботи керівник зобов'язаний перевірити роботу інструментів, механізмів, сигнальних пристроїв, наявність і стан сполучень, щоб переконатися, що заявка на попередження поїздів прийнята до виконання. Крім того, він зобов'язаний проінструктувати працівників про безпечний шлях до місця роботи і назад, про принципи безпечного виконання робіт, про порядок огороження робочого місця, про необхідність спостереження за поїзною і маневровою роботою, за своєчасним припиненням роботи і покидання траси.

Перед початком роботи виставляються знаки зупинитися або зменшити швидкість, висвітлюється сигнал «С» і сигналісти. Для попередження працівників про наближення поїзда по сусідній колії під час виконання робіт на одній із колій двоколіїної ділянки на суміжній колії встановлюються знаки «С», які незалежно від сигналів захищають робоче місце. Робочі місця та зупинки, не огорожені сигналами або обмеженнями швидкості для попередження працівників про наближення поїзда, огорожуються знаками «С» з обох сторін. Знаки «С» будуть розміщені через кожні 500-1500 м. від меж робочого місця та на перегонах, де поїзди рухаються з високою швидкістю 120

кілометрів на годину, - на відстані 800-1500м. Перед знаком «С» машиніст локомотива повинен подати попереджувальний сигнал — довгий локомотивний свисток.

Вимоги безпеки при обслуговуванні та ремонті пристроїв СЦБ.

Усі металеві частини стелажів, шаф, панелей, консолей і прилавоків повинні бути заземлені.

Весь інструмент і обладнання, що використовуються в роботі, повинні бути перевірені і випробувані в терміни, встановлені нормативними документами.

При роботі в електроустановках напругою до 1000 В або поблизу них без від'єднання струмоведучих частин:

- перевірити цілісність і надійність кріплення заземлювача електроустановки;

- ізолюйте інші струмоведучі частини поблизу робочої зони, які знаходяться під напругою і до яких можна випадково торкнутися.

- робота стоячи на діелектричному килимку;

- використовуйте інструмент з ізольованими ручками (викрутка також повинна мати ізольований хвостовик). Якщо такого інструменту немає, використовуйте діелектричні рукавички.

Під час роботи поблизу неогорожених струмопровідних частин забороняється розташовуватися так, щоб ці частини були ззаду або збоку від працівника.

Використовуйте діелектричні рукавички під час зняття та встановлення запобіжників під напругою та захисні окуляри, якщо запобіжники відкриті.

При паянні паяльник необхідно поставити на спеціальну підставку. Забороняється перевіряти нагрівання паяльника торканням до нього рукою і залишати паяльник увімкненим без нагляду.

Вимоги безпеки під час перебування на залізничних коліях [ПТЕ, 17].

Будьте особливо обережні, коли стоїте на платформі або на станції та йдете на роботу під час роботи.

На перегоні ви повинні ходити по доріжках за кюветом і проходити лише по краю доріжок, узбіччям і не ближче до неї, якщо це не є крайньою потребою. Якщо вам доводиться пройти по колії двоколіїним маршрутом, вам слід йти в правильному напрямку поїзда та час від часу оглядатися, щоб перевірити, чи не наближається поїзд з неправильного напрямку.

При переході колій на залізничних станціях слід рухатися по широкому переходу або по краях поверхні місцевості, уважно стежачи за рухом рухомого складу по суміжних коліях; Крім того, ви повинні дивитися під ноги, оскільки на трасі можуть бути межові знаки, канави та інші перешкоди.

Ходіння по шпалах між рейками дозволяється лише в особливих випадках, коли бокове ходіння неможливе. У таких випадках необхідно бути особливо пильним, не відволікатися і не забувати про рух поїздів і маневрової техніки. Під час наближення до поїзда, поїзда, вагонів, що рухається, необхідно вчасно залишити колію та дотримуватися відстані не менше 5 м від колії, по якій проходить поїзд або де здійснюються маневрові рухи.

Забороняється наближатися або залишатися на сусідній колії з метою пропуску поїзда.

Особлива обережність і пильність вимагаються на залізничних коліях в умовах поганої видимості, туману і взимку, коли носіння каски заважає чути сигнали і шум рухомого складу, під'їзних колій і локомотивів.

Переходити колії потрібно тільки під прямим кутом у певних місцях, попередньо переконавшись, що на перехідних коліях не наближається рухомий склад. Особлива обережність необхідна при виході на колії позаду поїзда, що стоїть, поблизу стрілочних переводів, платформ та інших станційних споруд, які закривають огляд на сусідні колії. З'їжджаючи з колії з вагонів, під'їздів,

казарм та інших об'єктів, необхідно також заздалегідь переконатися в безпечності з'їзду.

Забороняється переходити колії всередині стрілочних переводів і залізничних переїздів. Забороняється ходити або бігати по колії перед залізничним транспортним засобом або локомотивом, що наближається. Якщо ви переходите колію позаду поїзда, що рухається, переконайтеся, що позаду нього немає штовхача чи поїзда, а на сусідній колії немає зустрічних поїздів.

Під час переходу колії та роботи на стрілочних переводах не можна залазити на рейки та стояти між рамними рейками та гостряками.

Перехід колій, зайнятих транспортними засобами, можливий тільки на гальмівних майданчиках вагонів, що стоять. За жодних обставин не можна переходити через колії та прослизати під вагони, тягнути під них інструменти, обладнання та матеріали. Забороняється залазити на зчіпні пристрої вагонів і проходити між розчепленими вагонами, коли відстань між ними менша 10м. Від кінця поїзда, що стоїть (склад, група вагонів), необхідно пройти не менше 5 м. Перед перетином гальмівного майданчика переконайтеся, що підніжки та поручні справні, а одяг не зачепиться за частини вагонів при переході. Виходячи з платформи, перевірте, чи немає поблизу на колії поїзда або локомотива. Забороняється підійматися на гальмівні майданчики чи сходи залізничного транспорту, що рухається, а також вистрибувати з вагонів, поїздів, локомотивів тощо. під час водіння.

Працюючи на залізничних коліях, надягайте захисні жилети і переконайтеся, що ваш одяг сидить правильно, не сковує рухів і не б'ється об виступаючі частини рухомого складу.

Припиняючи роботу на коліях на перерву, необхідно відійти на узбіччя на відстань не меншу за 2 метри від крайньої рейки. Забороняється відпочинок на рейках, шпалах, електроприводах, трансформаторах реакторів, колійних коробках, вагонних уповільнювачах та інших польових пристроях. У разі

оголошення інформації про майбутній рух рухомого складу в робочих зонах через гучномовець мережі та незалежно від оголошення під час наближення до місця роботи рухомого складу працівники зобов'язані: негайно припинити всі роботи; прибрати з робочого місця всі інструменти, матеріали та запасні частини в межах габаритів, відійти в безпечне місце.

Під час проведення будь-яких робіт на залізничних коліях забороняється залишати на станційних коліях у нічний час та під час перерв у роботі незасипані ями, ями та траншеї; Розмістіть інструмент на головках рейок і поруште розміри будівель, що наближаються.

Відстань між зовнішньою поверхнею крайньої головки рейки та матеріалами та вантажами, розміщеними на висоті до 1200 мм не повинно бути менше 2,0 м, а на більшій висоті – не менше 2,5 м.

Не стійте та не сідайте на матеріали чи обладнання, розміщені поблизу колій, під час проходження поїзда.

Усі електромеханіки та електрики, які обслуговують обладнання СЦБ на перегонах, а також на станційних коліях, де курсують швидкісні поїзди (потяги, що їдуть на підвищених швидкостях, більше 120 км. /год.), повинен стежити, знати і мати при собі розклад руху швидкісних поїздів у межах станцій, що обслуговуються. Роботи необхідно припинити і принаймні вивезти матеріали та інструменти не менше ніж за 10 хвилин до проходження швидкісного поїзда на відстань не менше 2м від найближчої рейки. Принаймні за 5 хвилин до проїзду швидкісного поїзда відійдіть до краю поля не менше ніж на 5 м.

При роботі на колії, прилеглий до тієї, по якій передбачається рух швидкісного поїзда, роботи на колії повинні бути припинені завчасно, враховуючи, що за 5 хвилин до проходу поїзда на колії нікого не буде і всі працівники на відстані не менше 5 м від колії, по якому повинен курсувати швидкісний поїзд.

Роботи на мостах, незалежно від їх довжини, повинні бути закінчені вчасно до виїзду з мосту, а також повинні залишити колії за 5 хвилин до проходу швидкісного поїзда.

Вимоги безпеки після роботи

Після закінчення роботи прибрати робоче місце, інструменти, матеріали та обладнання. При необхідності від'єднайте електроінструмент від джерела живлення, вийнявши вилку.

Розмістіть засоби індивідуального захисту у відведеному місці.

Повертайтеся на пост ЕЦ з дотриманням правил охорони праці на залізничних коліях та поблизу них.

Повертаючись з місця роботи поїздом або локомотивом, ви повинні сісти в поїзд (локомотив) і вийти з нього тільки після його повної зупинки.

Після прибуття на станцію ЕК доповісти про виконану роботу старшому електромеханіку або його заступнику.

У разі усунення пошкодження в неробочий час про усунення необхідно повідомити керівника бригади та чергового по станції.

Зніміть костюм, очистіть його від пилу та помістіть у відведене місце. мити руки та обличчя з милом; По можливості прийняти душ [Правила безпечної експлуатації засобів автоматики, телемеханії та зв'язку на залізницях України" ТШ - 0030].

3.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При обслуговуванні обладнання СЦБ, при роботі з інструментом або електроінструментом може виникнути ситуація, яка може призвести до аварії або нещасного випадку: ураження електричним струмом, пожежа, падіння з висоти, поломка електроінструменту, дим, різкий запах, обгоріла ізоляція.

Якщо така ситуація сталася, негайно припиніть роботу та від'єднайте електроінструмент від електромережі, вийнявши вилку.

Відокремте небезпечну зону та запобігайте несанкціонованому доступу.

Якщо ви помітили обрив тягових тросів, що перетинають залізничну колію, а також сторонні предмети, що зависли на них, необхідно негайно повідомити про цю обставину диспетчера та до прибуття бригади дистанції тягової мережі залізниці чи району електромережі, огордіть його парканом і стежте, щоб на відстані 8 м від обірваного дроту нікого не було.

У разі появи обірваних проводів або інших елементів контактної мережі з габаритів наближення будівлі до колії, на які може вплинути проходження поїзда, це місце повинно бути огорожено запобіжними сигналами згідно з положенням Інструкції із сигналізації залізниць України.

У разі виникнення пожежі негайно повідомте пожежників за телефоном («41-55" або "101"), також необхідно вказати адресу об'єкта та місце пожежі; наявність людей, а також зазначення їх прізвищ і вжиття заходів до виклику керівника підприємства на місце пожежі; а також вжити заходів щодо евакуації людей, автомобілів та іншого матеріального майна та гасіння пожежі наявними вогнегасниками та іншими вогнегасними засобами.

При ураженні електричним струмом, травмі та інших негативних випадках потерпілому необхідно надати першу медичну допомогу, викликати лікаря та негайно повідомити керівництво колії [18,19] .

ВИСНОВКИ

Виконано аналітичний огляд з питань технічного обслуговування рейкових кіл з вагону-лабораторії і на перегоні. З'ясовано, що найбільш перспективним є автоматизований метод контролю параметрів кодового струму АЛС з вагону-лабораторії, але він потребує удосконалення з метою оптимізації і підвищення рівня функціональної безпеки функціонування пристроїв СЦБ і залізничного транспорту в цілому.

Дано наукове обґрунтування методу виміру кодових сигналів і контролю їх параметрів з вагону-лабораторії; удосконалено методики виміру параметрів кодового струму АЛС за рахунок більш точного визначення ЕРС і часових параметрів кодового струму; розроблені питання охорони праці і безпеки при обслуговуванні пристроїв сигналізації, централізації і блокування.

Отримані результати наукової роботи використовуються для дослідження і контролю функціонування пристроїв залізничної автоматики і зв'язку з метою оптимізації і удосконалення їх технічного обслуговування, зокрема рейкових кіл і системи АЛС.

Результати, викладені в магістерській роботі використовуються в дисциплінах «Спеціальні вимірювання в пристроях залізничної автоматики», «Електричні кола і лінії залізничної автоматики та зв'язку», «Системи автоматики на перегонах», «Високошвидкісні магістралі».

Шляхи для подальшої науково-дослідної роботи:

Основними напрямками розвитку систем автоматичного контролю параметрів рейкових кіл є забезпечення таких функцій:

- вимір модуля, аргумента і часових параметрів струму АЛС і спектрального складу зворотного тягового струму в рейках;
- контроль поточної координати, точне визначення початку і кінця рейкового кола та перевірка працездатності з'єднань ізостиків;

- розрахунок параметрів рейкової лінії та пристроїв РК, АЛС за результатами вимірювань;

- архівування і документація інформації про результати контролю.

Розвиток комп'ютерних технологій створив основи для вдосконалення діагностичних систем, дозволивши покласти частину вирішуваних завдань на програмне забезпечення, тим самим спростивши апаратну складову цих систем, підвищивши рівень автоматизації процесу діагностики та можливості математичної обробки інформації. Це підвищує точність і надійність вимірювань.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. – Київ, 2006. – 433с.
2. Володарський В.А., Куликов І.І. Можливості підвищення якості аналізу збоїв АЛСН // Автоматика, зв'язок, інформатика. - 2003. - № 10. - С.28 - 29.
3. Сердюк Т.М., Гаврилюк В.І. Автоматизована система контролю параметрів кодового струму в рейках // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. 2004. - вип.3. -
4. Володарський В.А., Куликов І.І. Застосування приладу УПН-АЛС/03 вимірювання параметрів кодів АЛСН // Автоматика, зв'язок, інформатика. - 2004. - № 1. - С. 39-40.
5. Інструкція про порядок користування автоматичною локомотивною сигналізацією неперервного типу (АЛС) та пристроями контролю пильності машиніста на залізницях України: ЦТ-ЦШЕОТ-0027: Затв. Наказом Міністерства транспорту України 27.01.2000. – Київ, 2000. – 30с.
6. Методика виконання вимірювань параметрів кодів АЛСН у вагоні-лабораторії Придніпровської залізниці: Утв. Службою сигналізації та зв'язку Придніпровської залізниці. 08.05.2003. - Дніпропетровськ, 2003. - 27 с.
7. Скляр В. В. Удосконалення методу контролю параметрів кодів локомотивної сигналізації на базі вагону-лабораторії // Тези 73-ї студентської науково-технічної конференції "Інформаційно-керуючі технології та системи на залізничному транспорті" - Д.:ДІПТ, 2013.– З. 103 -104.

8. Serdiuk T., Kuznetsov V., Serdiuk K., Nikolenko A., Kuznetsova Ye., Kuznetsova A. «Improvement of technical service of track circuits», Published in: 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS); Date of Conference: April 17-19, 2019 Kyiv, Ukraine; IEEE Catalog Number: CFP19U02-USB; ISBN: 978-1-7281-2159-8. Publisher: IEEE. Conference Location: Kyiv, Ukraine. Pages: 28 – 32.

9. Serdiuk T., V. Kuznetsov, Ye. Kuznetsova. About Electromagnetic Compatibility of Rail Circuits With the Traction Supply System of Railway / Conference proceedings of 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS) (September 10 - 14, 2018, Kharkiv, Ukraine). – Institute of Power Engineering, Electronics and Electromechanics, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, Ukraine. – 2018.– P.59-63.

10. Serdiuk T., Feliziani M., Serdiuk K. About electromagnetic compatibility of track circuits with the traction supply system of railway / Proc. of the 2018 International Symposium on Electromagnetic Compatibility -EMC EUROPE 2018. – DOI: 10.1109/EMCEurope.2018.8485034. - Publisher: IEEE. Conference Location: Amsterdam, Netherlands. - 27-30 Aug. 2018. – p.: 242 – 247.

11. Сердюк Т., Скалько В., Щербатюк О., Усач І., Прокопюк В., Хафте Хаелом Адхена, Дослідження розподілу гармонік тягового струму по довжині фідерної зони / Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: Тези XVI Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 14-15 грудня 2022 р.). – Д.: ДІТ, 2022 – С.40.

12. Серченко М. С., Сердюк К.М., Денисенко Ю.Д., Сердюк Т. М., Скалько В. В., Ботнарєвська Р.В. Електрифікація і електромагнітна сумісність систем тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики та зв'язку / Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в

промисловості і освіти: Тези XVI Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 14-15 грудня 2022 р.). – Д.: ДІТ, 2022 – с.35.

13. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) ЦШЕОТ-0012, затверджена наказом від 07.10.2009 № 090-ЦЗ (ЦШ-0060).

14. Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України, затверджені наказом від 17.11.2003 № 288-Ц (ЦШ-0030).

15. Правила безпеки роботи з інструментом та пристосуваннями НПАОП 0.00-1.30-01.

16. Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 31.05.2000 № 120, НПАОП 60.1-1.48-00.

17. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 09.01.1998 № 4, (НПАОП 40.1-1.21-98).

18. Правила улаштування електроустановок [Текст]: вид. 3-тє, перероб. і доп. – Мінпаливенерго України, 2010. – 736 с.

19. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ). URL: <https://www.diagram.com.ua/list/44.shtml#pte>