

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Комп'ютерні системи та технології
(назва факультету)

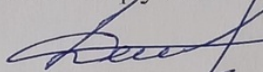
Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему: Автоматизація визначення поточного стану стрілочних переводів
(комплексна)

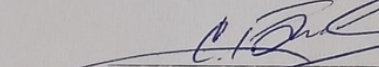
за освітньою програмою Системи керування рухом поїздів
зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент СК20120 групи:


(підпис студента)

/ Евгеній ДЕХТЯРЕНКО /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

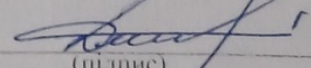
Керівник:


(підпис)

/ доцент каф. АТ Сергій БУРЯК /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

Дніпро – 2023 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Computer technology and systems

(faculty)

Automation and telecommunications

(department)

Explanatory Note
to Bachelor's Thesis

first

(higher education degree)

on the topic: Automation of determining the current state of turnouts (complex)

according to educational curriculum Railway traffic control systems

in the Speciality: 273 Railway transport

(speciality and its code)

Done by the student of the group:

/ Evhenii DEKHTIARENKO /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/associate prof. Serhii BURIAK/

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерні системи та технології (КСТ)

Кафедра: Автоматика та телекомунікації (АТ)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Освітня програма: Системи керування рухом поїздів

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ _____

(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

студенту Дехтяренко Євгеній Олегович

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Автоматизація визначення поточного стану стрілочних переводів
(комплексна)

Керівник роботи: Буряк Сергій Юрійович, к.т.н., доц.

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

« 25 » 10 2022 р. № 1093 ст

2. Строк подання студентом роботи: 14.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Стрілочний перевід, стрілочний електропривод (СЕП),
схеми керування СЕП

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

4.1 Аналітична частина: Аналітичний огляд. Постановка задачі та мети дослідження.

4.2 Основна частина: Дослідження роботи стрілочних електроприводів.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	01.05-07.05	30%
2	Основна частина	22.05-28.05	60%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	12.06-18.06	100%
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	28.06.2023	

Студент

(підпис)

Євгеній ДЕХТЯРЕНКО

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Сергій БУРЯК

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

33 с., 10 рис., 2 табл., 12 джерел літератури.

Об'єкт розробки – вплив дефектів робочих механізмів стрілочного переводу на форму та спектральний склад струму електродвигуна.

Мета роботи – визначення можливості дистанційного визначення стану стрілочного переводу.

Методи дослідження – аналіз впливу порушень у роботі стрілочних переводів на характеристики струму електродвигуна, статистичний аналіз відмов у роботі стрілочного переводу та його складових елементів.

Робота присвячена дослідженню способу визначення несправностей стрілочного електроприводу в залежності від стану його складових елементів. Досліджено залежність характеристик струму у робочому колі двигуна стрілочного електроприводу від несправностей, як самого електродвигуна, так і частин електроприводу та усього стрілочного переводу.

Використання результатів встановлених залежностей, після впровадження способу визначення конкретного стану стрілочного переводу за зміною його струмової характеристики, дозволять прогнозувати відмови, попереджаючи таким чином вихід стрілочних переводів з ладу, окрім того дозволить скоротити час пошуку і усунення несправності.

Ключові слова: ЦЕНТРАЛІЗОВАНА СТРІЛКА, СТРІЛОЧНИЙ ПЕРЕВІД, СТРІЛОЧНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН, КРИВА СТРУМУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Стрілочний електропривод. Коротка характеристика.....	8
1.2. Причини відмов централізованих стрілок.....	13
2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СТРІЛОЧНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ.....	17
2.1. Діючі технології контролю стану стрілочних переводів.....	17
2.2. Метод автоматизації пошуку відмов в схемі управління стрілочним електроприводом.....	19
2.3. Підвищення надійності роботи схем управління стрілкою.....	25
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	31
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	32

ВСТУП

Для підвищення пропускної спроможності та безпеки руху поїздів залізничні станції обладнуються електричними пристроями централізації. Одними з найвідповідальніших пристроїв електричної централізації є стрілочні електроприводи – напільні пристрої, що вимагають постійного технічного обслуговування, завдяки чому збільшується термін їх експлуатації в умовах складних режимів роботи та навантажень (динамічних, кліматичних, експлуатаційних та ін.), та схеми управління стрілочним електроприводом – вузли з територіально розрізненими елементами, пов'язаними кабельною лінією. Від їхньої правильної, безвідмовної та безпечної роботи залежить працездатність усієї системи електричної централізації та, як наслідок, всього комплексу систем залізничної автоматики та телемеханіки.

Фізичний знос та моральне старіння пристроїв сигналізації, централізації та блокування, недостатні обсяги їх оновлення увійшли за останні роки в число основних недоліків, що впливають на надійність роботи технічних засобів та безпеку руху.

Підвищення експлуатаційної надійності передбачає впровадження постійного контролю завдяки моніторинговим системами реального часу. На даний час деякий контроль за параметрами систем електричної централізації вже існує і виконується, але в той же час багато систем і пристроїв залишаються поза увагою, в тому числі і системи стрілочних переводів.

Як показує практика експлуатації пристроїв сигналізації, централізації та блокування, часто більше часу витрачається на пошук відмови, ніж його усунення. Тому застосування раціонального способу та нових методів пошуку відмов може значно скоротити загальний час відновлення.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Стрілочний електропривод. Коротка характеристика

Стрілочні електроприводи призначені для переводу, замикання й контролю чотирьох положень гостряків стрілочного переводу – нормального (плюсове), переведеного (мінусове), проміжного (середнє) і взрізу.

Стрілочний електропривод (СЕП) має чотири режими роботи [1]: робочий, при якому СЕП забезпечує переміщення гостряків з нормованим зусиллям, що досягає 6 кН; контрольний (статичний), коли здійснене механічне запирання гостряків у крайнім положенні із зусиллям, що виключає їхній відхід при проходженні поїзда, і є надійний електричний контроль щільного прилягання одного гостряка до рамної рейки й відведення іншого гостряка від рамної рейки; динамічний, коли СЕП й елементи його кріплення до стрілочного переводу (стрілочна гарнітура) сприймають динамічні впливи рухомого складу, при яких не повинні порушуватися взаємозв'язки функціональних вузлів СЕП і відбуватися залишкові деформації; взрізу стрілки рухомим складом, у результаті якого порушується контрольний режим і виключається можливість виконання робочого режиму.

Повна маршрутизація й осигналізування маневрових пересувань, що виключають можливість руху по стрілках, якщо вони не замкнуті й не перебувають у відповідному заданому маршруту положенні, сприяли появі можливості застосування невзрізних електроприводів, що допускають при взрізі поломку того або іншого елемента приводу або гарнітури [1].

Стрілочний електропривод (рис. 1.1) установлюється на двох фундаментних косинцях 1-5 й 6-10, прикріплених у вузлах (болтові з'єднання) 1, 2 й 9, 10 до рамних рейок, а у вузлах 4, 5 й 6, 7 – до корпусу приводу.

Для додавання конструкції більшої жорсткості й зниження коливань приводу у вертикальній площині при динамічному режимі фундаментні косинці скріплені додатково у вузлах 3, 8 поздовжньою зв'язковою смугою, що опирається на стрілочні бруси. Робочий шибєр Ш приводу шарнірно (шарнір Гука, вузол 18) зв'язаний з робочою тягою 12-18, що у вузлі 12 прикріплена до міжгострякової (сполучна) тяги 11-13, а остання – до гостряків. Контрольні лінійки Л у вузлах 16, 17 шарнірно пов'язані з контрольними тягами гарнітури, які жорстко прикріплені до стрілочних гостряків у вузлах 14, 15. Щоб запобігти шунтуванню електричного рейкового кола елементами стрілочної гарнітури, у вузлах 1, 2, 9-11, 13-15 встановлюють ізолюючі фіброві прокладки й втулки.

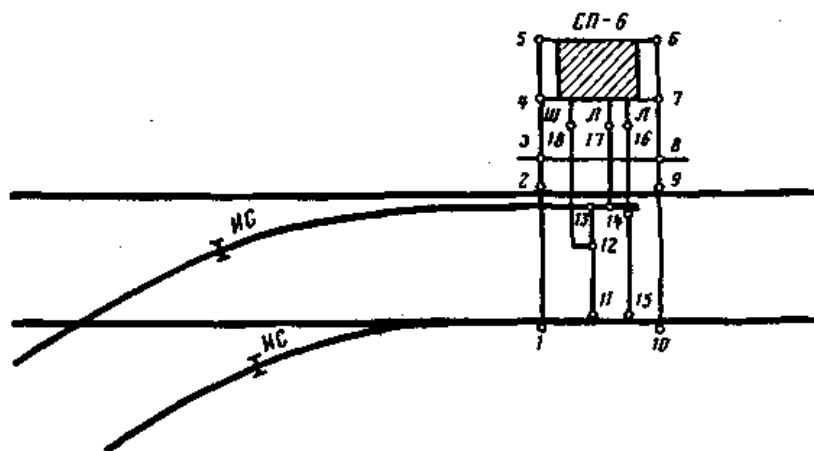


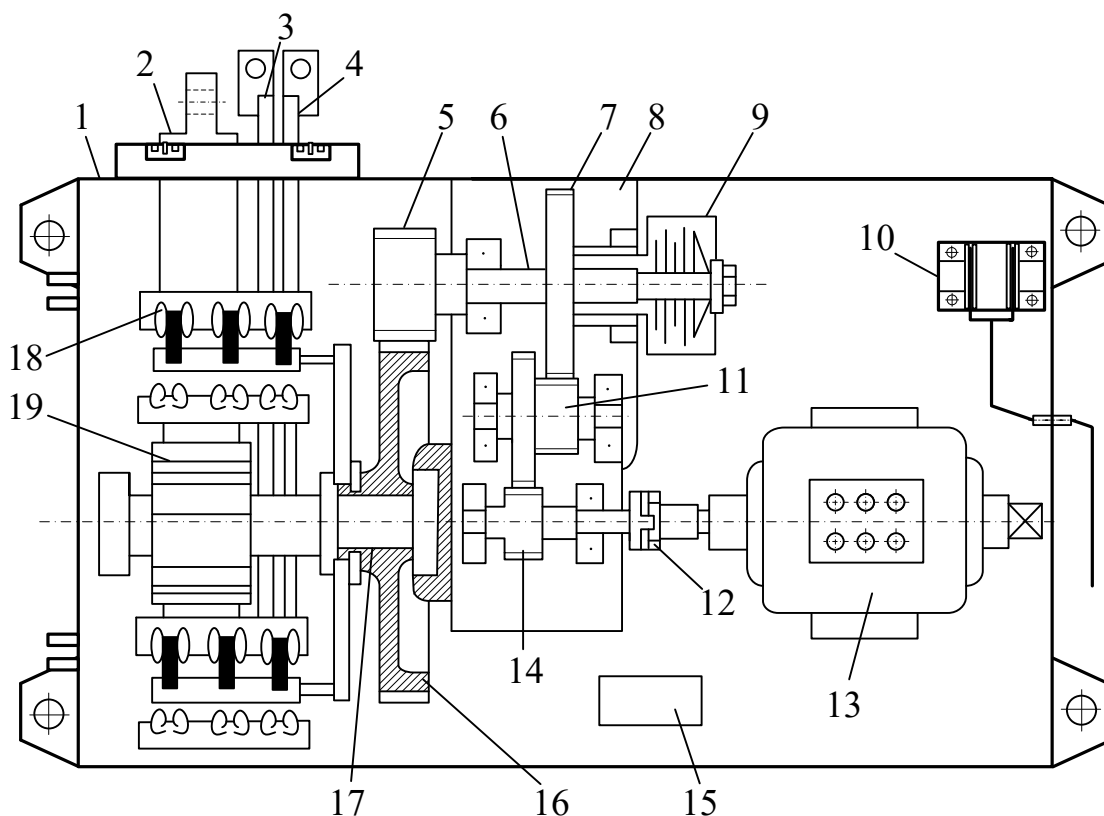
Рис. 1.1 – Схема встановлення електроприводу на стрілці

У відповідності до принципової схеми встановлення рамні рейки, гарнітура й привід повинні являти собою єдину жорстко зв'язану конструкцію для рішення декількох важливих завдань [1].

Силовою передачею приводу повинно здійснюватися переміщення гостряків стрілки на одну й ту саму задану відстань (152 мм) незалежно від уgonу стрілочного переводу відносно шпал (земляного полотна) у процесі експлуатації, що забезпечує запирання гостряків і контроль їх крайнього притиснутого до рамних рейок положення.

Повинні забезпечуватися додатковий жорсткий зв'язок між рамними рейками для стабілізації зазору «гостряк-рамна рейка» і механічний зв'язок рамних рейок з гарнітурою приводу для контролю їхнього місцезнаходження. Елементи гарнітури й приводу не повинні деформуватися при прогинах стрілочного переводу відносно земляного полотна.

Отже, основну схему й компоновку всіх вузлів приводу й гарнітури визначила, по суті, ідея реалізації дистанційного контролю положення стрілки, що полягає у фіксуванні контрольним пристроєм приводу переміщення гостряків на задану відстань відносно жорстко зв'язаної конструкції «привод-гарнітура-рейки». Це забезпечило простоту кінематичної схеми приводу й зосередження його силових і контрольних органів в одному місці поза рейковою колією.



1 – корпус; 2 – шибер; 3,4 – контрольні лінійки; 5 – шестерня редуктора; 6 – вал; 7 – шестерня редуктора; 8 – редуктор; 9 – фрикційна муфта; 10 – блокуючі заслінка з контактом; 11, 14 – шестерні; 12 – вирівнюючі муфта щеплення; 13 – електродвигун; 15 – обігрівач; 16 – зубчасте колесо з упором; 17 – головний вал; 18 – блок автоперемикача; 19 – шиберна шестерня.

Рисунок 1.2 – Структурна схема стрілочного електроприводу

Для прикладу розглянемо будову стрілочного електроприводу СП-6. У корпусі приводу (рис. 1.2) розташований електродвигун постійного або змінного струму, редуктор з убудованим у тім же блоці фрикційним пристроєм у вигляді сталевих дисків, стиснених пружиною, блок автоперемикача, головний вал, шибер з кулачковим замикаючим механізмом, контрольні лінійки, штепсельна розетка для підключення переносної освітлювальної лампи, обігрівачі (резистори) контактів автоперемикача, контактний блокувальний пристрій, керований заслінкою (важіль), що відключає коло електродвигуна при переводі стрілки кurbельною рукояткою й знятті кришки корпусу.

Редуктор з вбудованим фрикціоном являє собою окремий вузол, що монтується у корпусі електропривода. Редуктор складається із чавунного корпуса із кришкою, усередині якого перебувають сталеві вали-шестірні, зубчасті колеса нормального циліндричного зачеплення, а також фрикційної муфти, змонтованої усередині зубчастого колеса. Фрикційна муфта складається із чотирьох рухливих і чотирьох нерухливих сталевих дисків. Рухливі диски з'єднані із зубчастим колесом, а нерухомі диски розташовані на втулці, що з'єднана шпонкою з валом-шестірнею.

Стискаються диски трьома тарілчастими пружинами за допомогою регулювальної гайки. Зусилля фрикційного зчеплення регулюється від 1000 до 7000 Н. Обертання від електродвигуна на редуктор передається через муфту, розташовану на квадраті вала-шестірні редуктора.

Електродвигун, одержуючи живлення з поста керування або від місцевого джерела постійного або змінного струму, обертає перший із чотирьох каскадів зубчастих передач редуктора. Це обертання передається через диски фрикційної муфти наступним каскадам редуктора й головному валу, що при переводі стрілки з одного крайнього положення в інше робить один неповний оберт (280°).

Механічна передача електропривода типу СП-6 чотирьохкаскадна. Загальне передатне число – 70,5. Головний вал пов'язаний з робочим шибром за допомогою кулачкового замикаючого механізму, що являє собою зубчасту передачу рейкового типу, ведуча шестірня якої розташована на головному валу й має спеціальну форму двох крайніх зубів (зуби скошені, утворюючи кулачки). Аналогічну форму мають два крайніх зуби робочого шибера. Тому наприкінці переводу стрілки, коли скошені зуби (шестірні головного вала й шибера) входять у зіткнення, створюється упор, що перешкоджає пересуванню шибера й пов'язаної з ним робочої тяги стрілочної гарнітури, гостряки стрілки виявляються переведеними й замкненими від переміщення стрілочних гостряків усередину колії. Убік рамної рейки кулачковий механізм у замикаючому положенні забезпечує можливість вільного руху робочого шибера (рис. 1.2) на 12 мм щоб уникнути руйнування приводу при проході поїздів по стрілці.

Факт запирання гостряків кулачковим механізмом не відбиває дійсного положення стрілочних гостряків, оскільки шибер і робоча тяга, наприклад, можуть виявитися роз'єднаними до й під час переводу стрілки. Запирання повинне контролюватися й відбуватися одночасно з фактичним приведенням гостряків у крайнє положення.

При взрізі кулачковий механізм продовжує втримувати робочий шибер, тому відбувається стискання й, як наслідок, деформація (вигин) робочої тяги, якщо зусилля взрізу було спрямовано (залежить від положення стрілки в момент взрізу) убік приводу. У цьому випадку несуча здатність робочої тяги нижче міцності замикаючого механізму. Якщо зусилля взрізу було спрямовано від приводу, то несуча здатність робочої й міжгострякових тяг вище міцності замикаючого механізму.

Тому, незважаючи на деяке розтягання й деформацію тяг, руйнується автоперемикач, наприклад, лопаються підшипники головного вала або болти автоперемикача (можливий його зсув). Привід стає некерованим.

Таким чином, при взрізі стрілки завжди ламаються різні вузли приводу або гарнітури без роз'єднання гостряків і замикаючого механізму, тому що спеціальних ослаблених деталей у ньому не передбачено. Вважається, що взріз стрілки є надзвичайною подією, що вимагає післявзрізного огляду не тільки приводу, але й стрілочного переводу.

Гарантійний строк експлуатації – дванадцять місяців з моменту введення електропривода в експлуатацію. Гарантійний строк зберігання – дев'ять місяців з моменту виготовлення. Електроприводи СП-6 призначені для роботи при температурі навколишнього повітря від -45°C до $+55^\circ\text{C}$; відносної вологості не більше 98 % при температурі не вище $+30^\circ\text{C}$. Габаритні розміри – 785x422x255 мм; маса – 170 кг.

1.2. Причини відмов централізованих стрілок

Стрілки разом з електричними приводами на них є найважливішими вузлами електричної централізації. Відмова в роботі стрілки може звести до мінімуму надійність будь-якої системи централізації й привести до найважчих наслідків. Тому утримувannya цього вузла в справному стані приділяється основна увага обслуговуючого персоналу станції – працівників сигналізації й зв'язку й працівників колії. Централізована стрілка містить у собі власно стрілочний перевід, електропривод і схему керування їм. Несправності стрілочного переводу звичайно пов'язані з його неякісним обслуговуванням працівниками колії. У першу чергу сюди відноситься брудний стан стрілки, несвоєчасне очищення її від снігу, провисання гостряків стрілки, наявність накату на рамних рейках, невідповідність розмірів нормам утримувannya й т.д. Найбільш характерні відмови на стрілочному переводі, усунення яких покладено на працівників колії, а також ознаки прояву цих відмов наведені в табл. 1.1 [2, 3].

Особливо піддані відмовам централізовані стрілки при різких перепадах температури й вологості. Цьому сприяє напресування снігу й льоду в кореневих кріпленнях, причому ні обдування, ні обігрів стрілочного переводу не можуть повністю запобігти цьому явищу.

Відмова в роботі стрілки може бути обумовлена також порушеннями в утримувannya стрілочного електропривода.

Відмови електроприводів в основному обумовлені порушенням контакту автоперемикача, несправностями механічної частини й електродвигуна. Порушення контакту автоперемикача є наслідком неправильного регулювання зламу контактних колодок, важелів, контактів; індивідуальних контактів; забруднення контактів й ін. У табл. 1.2 даний розподіл відмов елементів стрілочних електроприводів.

Таблиця 1.1

Типові відмови стрілочного переводу й ознаки їх появи

Ознака відмови	Найбільш імовірна причина відмови
При перевірці стрілки на щільність притиснення гостряків стрілка замикається при шаблоні товщиною 4 мм	1. Розширення колії біля гостряків стрілки; 2. Викантовування гостряків через ослаблення кореневого кріплення; 3. Відбій рамної рейки внаслідок слабкої її кріплення; 4. Скривлення гостряка; 5. Неправильне регулювання тяг
При переводі стрілки зазор між гостряком і рамною рейкою менш 4 мм, але стрілка переводу не закінчує	1. Звуження колії в гостряків стрілки; 2. Накат на гостряку або рамній рейці; 3. Регулювання приводу без допуску, у результаті чого при зміні температури відбувається недохід стрілки при нормальному зазорі
При переводі стрілки зазор між гостряком і рамною рейкою більше припустимого, але стрілка переводу не закінчує (працює на фрикцію)	1. Напресування снігу або бруду між гостряком і рамною рейкою або в кореновому кріпленні; 2. Скривлення гостряка; 3. Надмірно затягнуті кореневі болти; 4. Упорні болти впираються в гостряк; 5. Забруднені й не змазані башмаки стрілки. Гостряки лежать на малому числі башмаків
При переводі стрілка не рушає з місця, електродвигун працює на фрикцію, струм фрикції в нормі або ж стрілка переводиться важко, електродвигун споживає підвищений струм	1. Притиснутий гостряк затиснутий накатом рамної рейки; 2. Стрілка сильно забруднена; 3. Угон гостряка; 4. Сильно затягнуті кореневі болти; 5. Розгорнулися упорні болти

У процесі експлуатації спостерігаються випадки нестабільної роботи фрикційного пристрою, викликані відсутністю мастильного матеріалу на поверхнях фрикційних дисків і перекосом тертьових поверхонь відносно один одного.

Таблиця 2.1

Діагностичні ознаки відмов стрілочних переводів

Тип відмови	Ознаки відмови	Обґрунтування визначення дефекту
Відсутність зазору в корені гострика стрілки	Поступове або різке збільшення амплітуди сигналу в кінці часової залежності струму переводу	Корінь гострика в кінці переводу своїм кутом впирається в наступну рейку
Відбій рамної рейки з/без затиснення гострика під рамну рейку		Гострик боковою гранню впирається в рамну рейку, і момент з боку стрілочного двигуна зростає, що призводить до збільшення амплітуди струму
Ексцентриситет ротора	Додаткові сплески в спектральному складі біля основної гармоніки 50 Гц	Порушення рівномірності повітряного зазору між статором і ротором стають причиною виникнення додаткового електромагнітного поля
Забруднення башмаків стрілки	Поступове зростання амплітуди струму під час кожного наступного переводу стрілки	Зростає момент навантаження на валу двигуна, тому що стрілка не може рухатися за інерцією по кожній наступній подушці, а двигун повинен постійно проштовхувати їх вперед і долаючи додатковий опір від тертя
Засипання стрілочного переводу сипучими матеріалами	Різне збільшення амплітуди струму під час переводу стрілки у порівнянні з попереднім переводом	Амплітуда сигналу змінюється ривками, відповідно до уривчастої зміни навантаження через нестабільний рух стрілки
Люфти в з'єднанні робочої тяги стрілки	Збільшення часу роботи стрілки в не навантаженому режимі. Загальне збільшення часу переводу стрілки	За величиною приросту часу між початком роботи двигуна і початком руху гострика стрілки можна визначати збільшення величини люфту робочої тяги, який з'являється через додатковий час на виконання зайвого ходу
Неправильне регулювання стрілочного переводу	Перевищення рівня амплітуди струму, максимально допустимого для даного типу стрілки даним типом електродвигуна	Порушення технології встановлення стрілочного електропривода призводить до невідповідності площини прикладення зусилля, через що збільшується момент опору руху.
Пошкодження кабельної мережі	Перевищення рівня амплітуди струму,	Втрати струму витoku в кабельній мережі
Розрив одного або декількох стрижнів ротора	максимально допустимого для даного типу стрілки даним типом електродвигуна В спектрі присутні значущі частоти в області значень від 0 до 8 кГц	Зменшення кількості провідників призводить до зменшення взаємодії електрорухомих сил, що виникають в роторі і їх взаємодії з полем статора, а двигун починає обертання при меншій від нормативного значення напрузі
Пошкодження обмотки статора Несиметрія напруги	Ротор не розвиває номінальної швидкості обертання	Порушується симетрія трифазної обмотки, і при протіканні по ній струму створюється еліптичне магнітне поле, яке складається з двох протилежно направлених полів. Обертове поле, яке обертається навпаки, створює у всьому діапазоні ковзання гальмівний момент, і тому результуючий електромагнітний момент зменшується. У зв'язку з цим для створення необхідного моменту потрібна більша напруга

Обриви секцій якорі є наслідком порушення технології виготовлення на заводі. Відмови електродвигунів можна попередити застосуванням методу дистанційної перевірки за

допомогою осцилографа й перевірки в польових умовах омметром відповідно до технології обслуговування.

Поряд з несправностями стрілочного приводу, в експлуатації можуть мати місце й відмови в схемі керування стрілкою. На відміну від несправностей самого приводу відмови електричної схеми вимагають для свого відшукування попереднього аналізу схеми.

Таким чином, пошкодження стрілочних переводів, які стосуються механічної частини, визначаються шляхом порівняння параметрів часової залежності струму, а за допомогою порівняння спектрального складу визначаються невідповідності справному стану в електричній частині. Кожна несправність визначається за своєю власною ознакою, проте, як видно з порівняння дефектів (табл. 2.1), відбій рамної рейки та упор кореня гостряка відрізнити один від одного практично неможливо.

Отже, необхідно створити систему, що прискорить пошук відмов, а також допоможе не тільки їх виявляти, але й заздалегідь прогнозувати можливі відмови. Такими системами в залізничній автоматизації є системи технічного діагностування й контролю.

2. СТВОРЕННЯ АЛГОРИТМУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

2.1. Діючі технології контролю стану стрілочних переводів

При оглядах стрілочних переводів перевіряються [4-10]:

- прямолінійність колії по контрельсовій нитці прямого напрямку і плавність кривизни перевідної й захрестовинних кривих (візуально і по ординатам);
- відповідність фактичного стану стрілочного перевода нормам улаштування і утримання в плані і профілі;
- стан дерев'яних і залізобетонних брусів і шпал, наявність «кустів» непридатних дерев'яних та залізобетонних брусів та шпал (візуально), наявність дефектних брусів та шпал (візуально);
- стан рейок, хрестовин, контррейок, скріплень, зазорів і сходів в стиках, ізостиках;
- стан баластної призми, водовідводів.

Загальний перелік контролюємих параметрів стрілочних переводів:

- шаблон і рівень в стикі рамної рейки
- шаблон і рівень у вістря вістряка
- шаблон і рівень в корні по прямій та бічній колії
- шаблон і рівень в середині перевідної кривої
- шаблон і рівень в передньому вильоті хрестовини по прямій та бічній колії
- шаблон і рівень в хрестовині (переріз 40 мм) по прямій та бічній колії
- шаблон і рівень в задньому вильоті хрестовини по прямій та бічній колії
- відстань від робочої грані контррейки до робочої грані осердя хрестовини по прямій та бічній колії
- відстань від робочої грані контррейки до робочої грані вусовика по прямій та бічній колії
- ширина жолоба в контррейці по прямій та бічній колії
- ширина жолоба в хрестовині по прямій та бічній колії
- боковий знос рамної рейки по прямій та бічній колії
- боковий знос вістряка в перерізі 50 мм по прямій та боковій колії
- вертикальний знос осердя хрестовини по прямій та боковій колії
- вертикальний знос вусовика хрестовини по прямій та боковій колії
- пониження вістряка проти рамної рейки в перерізі 50 мм і більше по прямій та боковій колії
- неприлягання вістряка до рамної рейки по прямій та боковій колії

- неприлягання вістряка до подушок по прямій та боковій колії
- неприлягання осердя до вусовика по прямій та боковій колії для нпк
- неприлягання осердя до подушок по прямій та боковій колії для нпк
- відступ від проектного положення між переднім торцем вусовика й торцем осердя для нпк
- відступ від проектного положення між довгою і короткою рейкою осердя для нпк
- ординати перевідної кривої в різних перерізах стрілочного перевода
- взаємне положення вістряка і рамної рейки
- прямолінійність поверхності кочення
- відстань від вістря вістряка до проектних перерізів 5, 10, 15, 20 і 50 мм
- боковий знос вістряка в перерізі 20 мм і за межами бокової строжки по прямій та боковій колії
- зниження вістряка проти рамної рейки в вістрі вістряка, перерізі 5, 10, 15 і 20 мм по прямій та боковій колії
- роз'єднання стрілочних вістряків і рухомих осердь хрестовини з тягами
- викришування вістряка або рухомого осердя
- злом вістряка або рамної рейки
- розрив контррейкового болта в одnobолтовому, або двох болтів в двоболтовому вкладиші
- проміжок (зазор) в стиках
- вертикальні і горизонтальні «сходи» в стиках
- знос контррейок різних профілів
- крок вістряка
- вертикальний знос рамної рейки по прямій та боковій колії
- ширина жолоба башмакоскидача

Із приведених даних видно, що на кожному стрілочному переводі більше 30 контролюючих параметрів. Всі параметри являються по своєму важливими і мають свою категорійність в облікових документах. При аналізі норм на утримання стрілочних переводів можна зробити висновок, що по багатьом з параметрів при перевищенні встановлених допусків, відбувається обмеження швидкості руху або закриття руху.

2.2. Метод автоматизації пошуку відмов в схемі управління стрілочним електроприводом

Для навчання обслуговуючого персоналу дистанції сигналізації централізації та блокування принципам побудови і алгоритмам роботи систем залізничної автоматики та

телемеханіки, оптимальним методам пошуку несправностей в них, правилам виконання робіт по технічному обслуговуванню та ремонту, правилам безпеки і методам забезпечення безпеки руху поїздів розроблені автоматизовані системи дистанційного діагностування [1, 11].

Для роботи програм пошуку несправностей необхідно отримання цієї інформації автоматизувати. З цією метою пропонується застосовувати датчики для вимірювання напруг і струмів, що широко застосовуються в системах діагностування і віддаленого моніторингу. Для вимірювання параметрів робочого і контрольного кіл можна використовувати датчики, що підключаються до шунта амперметра (струм переводу) і клемм кросового штативу (напруга в лінійних проводах).

Наявність (відсутність) контролю крайнього положення стрілки будемо визначати за допомогою датчика, що знімає інформацію з індикаційних ламп на пульті-табло або контактів реле плюсового/мінусового контролю на релейному штативі. Замість дзвінка взриву про втрату контролю стрілки (в тому числі і при взриві) може сигналізувати червона лампа «Взрив» на табло, що горить не більше 60 с.

Розглянемо перероблений для цілей автоматизованого пошуку відмов узагальнений алгоритм пошуку несправностей в двохпроводній схемі управління СЕП. Для зручності його представлення він розбитий на функціональні модулі. На рисунку 2.1 наведено модуль нормального переводу стрілки. Робота програми діагностування по цьому алгоритму паралельно з переводом стрілки забезпечує автоматичне знаходження несправностей. Алгоритмом передбачаються наступні діагностичні перевірки:

- увімкнення реле НПС і перемикання реле ППС контролюється вимкненням контрольної лампи вихідного положення стрілки (оператори <3, 4>);
- перемикання реверсуючого реле Р і наявність живлення в робочому колі (РПБ-РМБ) перевіряється по наявності правильної полярності напруги робочої батареї в лінійних колах (оператори <3, 4, 5>);
- увімкнення, робота при переводі і вимкнення стрілочного електродвигуна перевіряється по струму переводу стрілки (оператори <5, 6, 7>);
- стан контрольних реле ПК і МК перевіряється по інформації про крайнє і середнє положення стрілки (оператори <8>);
- стан нейтрального якоря комбінованого контрольного реле ОК перевіряється наявністю постійної складової напруги в лінійних проводах, поляризованого якоря – полярністю цієї напруги (оператори <15, 16, 18, 19, 20>).

Виходи А, Б, В, Г модуля відповідають порушенню нормального переводу стрілки – так і відбувається фіксація несправності. Модулі алгоритму, що зображені на рисунках 2.2, 2.3, призначені для пошуку відмов. Модулі згруповані по проявленню відмов. Перевірки в них розташовані у визначеній послідовності, яка дозволяє виявити коло, яке відмовило, місце знаходження відмови і відмовивший елемент. При несправності схеми управління стрілочного електроприводу і у більшості випадків вдається точно локалізувати відмову з точністю до елемента. Якщо несправні стрілочний електропривод або стрілочний перевід, в результаті обробки вихідної інформації отримується список елементів, які могли відмовити з певною ймовірністю. Для виявлення елемента, що відмовив, необхідне проведення додаткових перевірок, які може провести електромеханік. В цьому випадку алгоритм дозволить скоротити область пошуку відмови, що істотно зменшує час на пошук відмови. У тих випадках, коли необхідно вибрати один відмовивший елемент із множини, раціонально застосовувати методи ймовірність – час і середньої точки по ймовірності відмов.

Розглянемо приклад розповсюдженої на мережі залізниць відмови, коли стрілка раптово втрачає контроль. У вихідному стані стрілка знаходиться в крайньому положенні, про що сигналізує горіння контрольної лампи. Постійна і змінна складова напруги контрольного кола в нормі, напруга робочого кола, що вимірюється в лінійних проводах, відсутня.

При втраті контролю стрілки гасне лампа контролю крайнього положення (рис. 2.1, оператор алгоритма <1>), оскільки напруга РПБ-РМБ відсутня – <2>, немає. По наявності або відсутності в лінійних проводах постійної і змінної складової струму контрольного кола система робить висновок про місцезнаходження відмови (пост електричної централізації або поле) і групи елементів, що відмовили (автоперемикач, монтаж тощо). Таким чином відбувається локалізація місця відмови, що дозволяє різко зменшити час на його усунення.

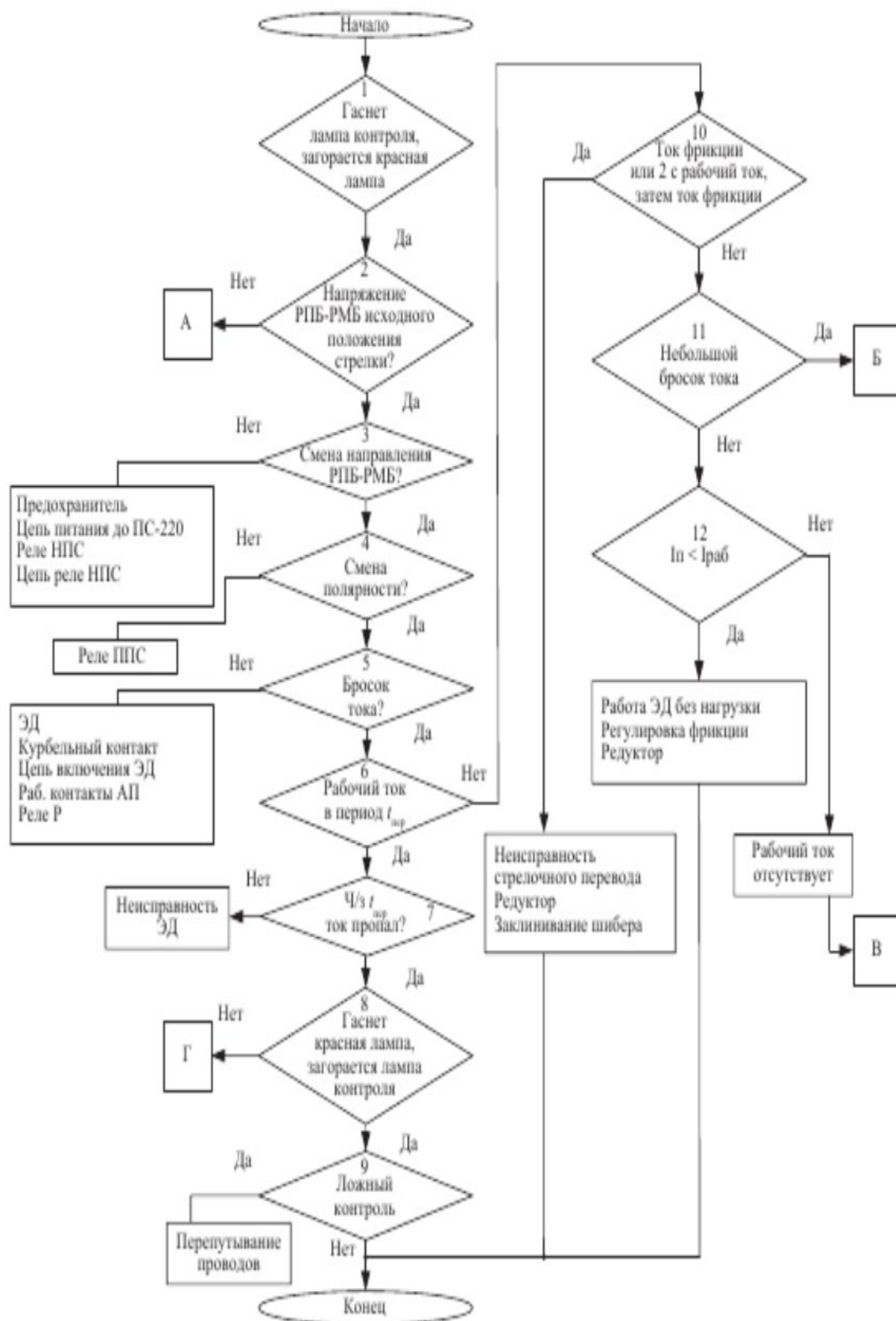


Рисунок 2.1 – Модуль переводу стрілки

Аналогічно алгоритм дозволяє локалізувати місце відмови і визначати елементи, що відмовили, при інших несправностях.

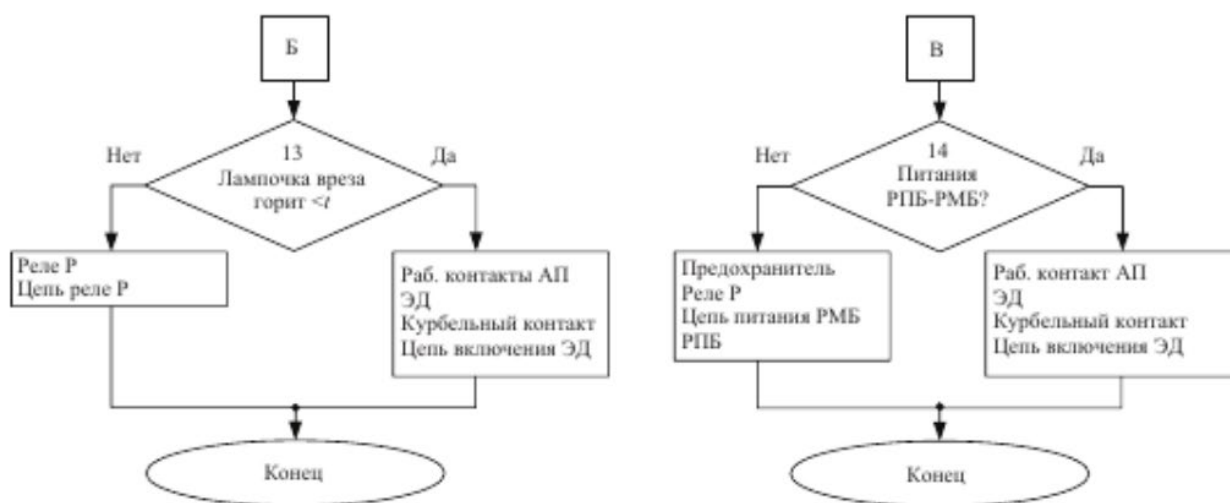


Рисунок 2.2 – Модулі пошуку відмов «Стрілка не переводиться» і «Стрілка не завершує перевід»

Таким чином, впровадження нових засобів діагностування дозволить автоматизувати процес контролю стану стрілочних переводів, а також частково або повністю вирішити ряд наступних завдань:

- мінімізація впливу людського фактору на процес вимірювання;
- підвищення точності вимірювань за рахунок застосування сучасних вимірювальних датчиків;
- відхід від ручного ведення журналів;
- створення інцидентів при виявленні різноманітних порушень у автоматичному режимі, який унеможливить укріплення недоліків;
- оптимізація часу проведення вимірювань;
- можливість централізованого зберігання всіх результатів вимірювань в єдиній базі даних;
- можливість ведення карточки вимірювань з реєстрацією типу і номера вимірювального пристрою, ім'я виконавця, географічних координат тощо.

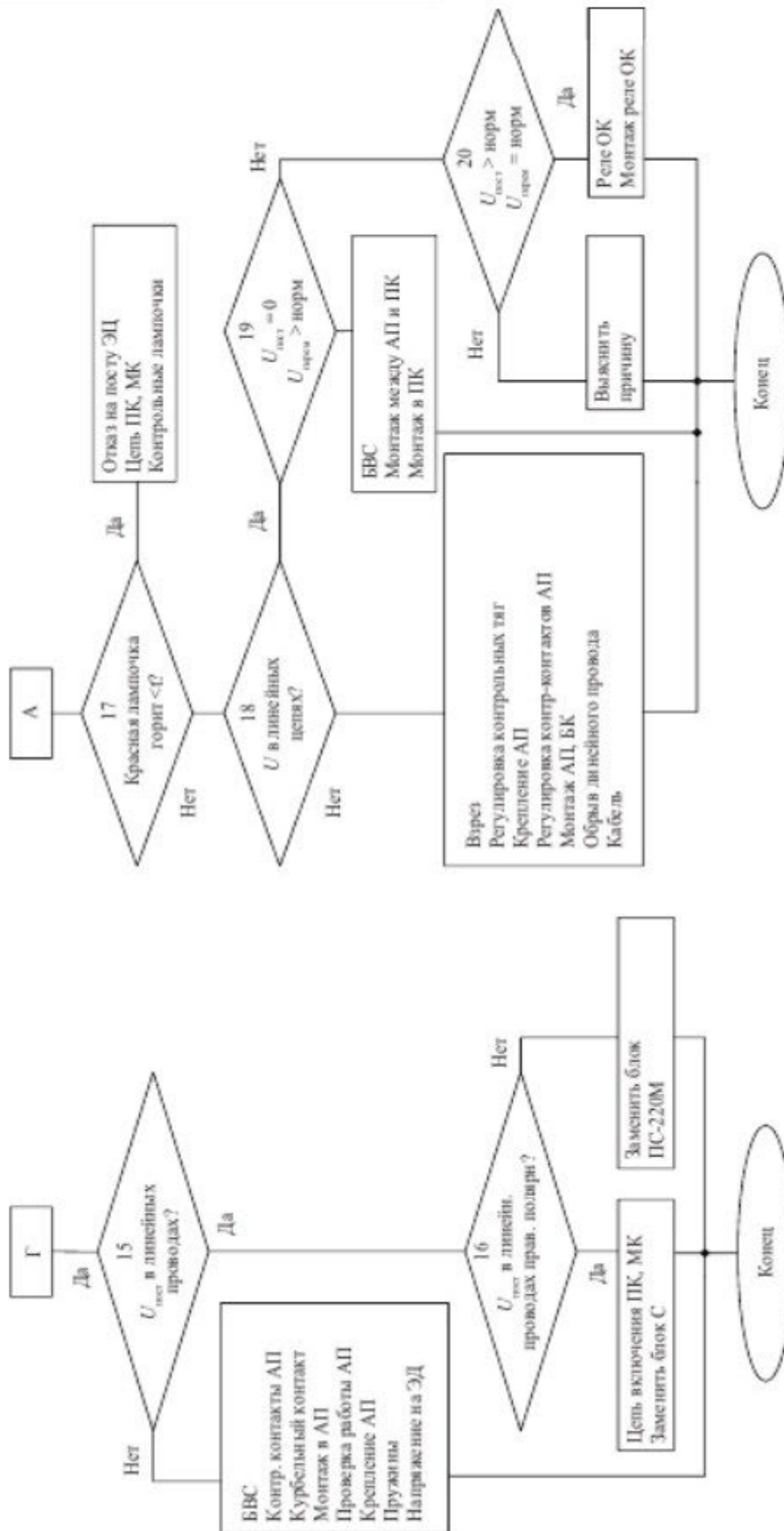


Рисунок 2.3 – Модуль пошуку відмов «Стрілка раптово втрачає контроль» і «Стрілка переводиться, але не отримує контроль»

При всіх перерахованих позитивних якостях нової технології контролю стану стрілочних переводів, необхідно відмітити також ряд недоліків і недоопрацювань:

- часто тривала синхронізація створених робочих завдань;
- неможливість проведення вимірювань при повній розрядці батареї в вимірювальному пристрої або в мобільному пристрої (смартфоні);
- неможливість проведення вимірювань у випадку проблем з Bluetooth-з'єднанням.
- необхідність постійного заряду і контролю батареї;
- відсутність алгоритма по оперативному усуненню інцидентів, по яким уже насправді були проведені роботи;
- недостача аналітичної інформації для управлінського апарату щодо прийняття рішень тощо.

Але ці та можливі інші недоліки в питанні до автоматизації системи контролю та моніторингу за станом стрілочних переводів можуть бути усуненими або скорегованими у процесі експлуатації.

2.3. Підвищення надійності роботи схем управління стрілкою

Одним з менш надійних елементів у схемі керування стрілкою є колекторний двигун, тому поряд із централізованим ремонтом та перевіркою електродвигунів перевіряється також їх справність без вимкнення зі схеми [11, 12].

Один із способів зняття експлуатаційних характеристик двигуна, полягає в осцилографуванні напруги на виході стрілочного двигуна в момент відключення постового джерела живлення. При цьому сам двигун протягом короткого проміжку часу працюватиме в режимі генератора. Маючи заздалегідь зняті осцилограми як для свідомо справного двигуна, так і для двигунів з характерними несправностями, можна формою отриманих осцилограм судити про характер несправності (рис. 35).

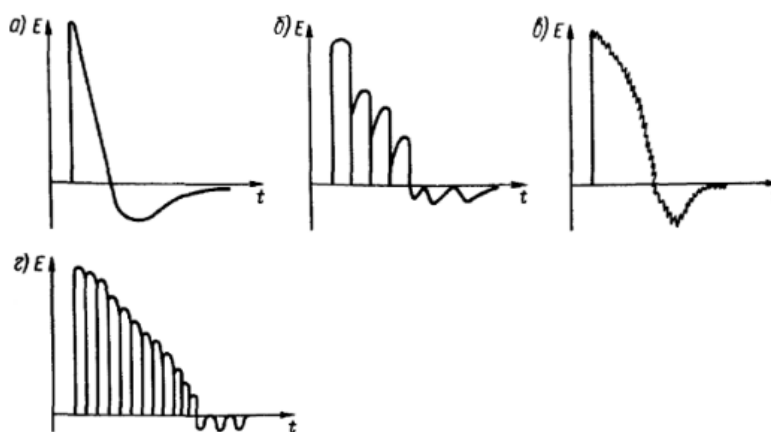


Рисунок 2.4 – Осцилограми, що характеризують стан електродвигуна: *a* – справний електродвигун; *б* – зрив в обмотці якоря; *в* – замикання в обмотці якоря або на пластинах колектора; *г* – порушення контакту між щіткою і колектором

Електрична схема для зняття осцилограм (рис. 2.5) складається з реле Р типу АСШ2-220 без випрямляючого елемента, дільника напруги R1 (27 Ом) і R2 (14 Ом), резистора навантаження R3 (500 Ом), резистора, що гасить R4 (20 кОм), контрольного амперметра та

кнопки Кн. Таким методом доцільно перевіряти електродвигун під час вимірювання струму фрикції електроприводу. Дужками здійснюється розрив лінійного кола електродвигуна.

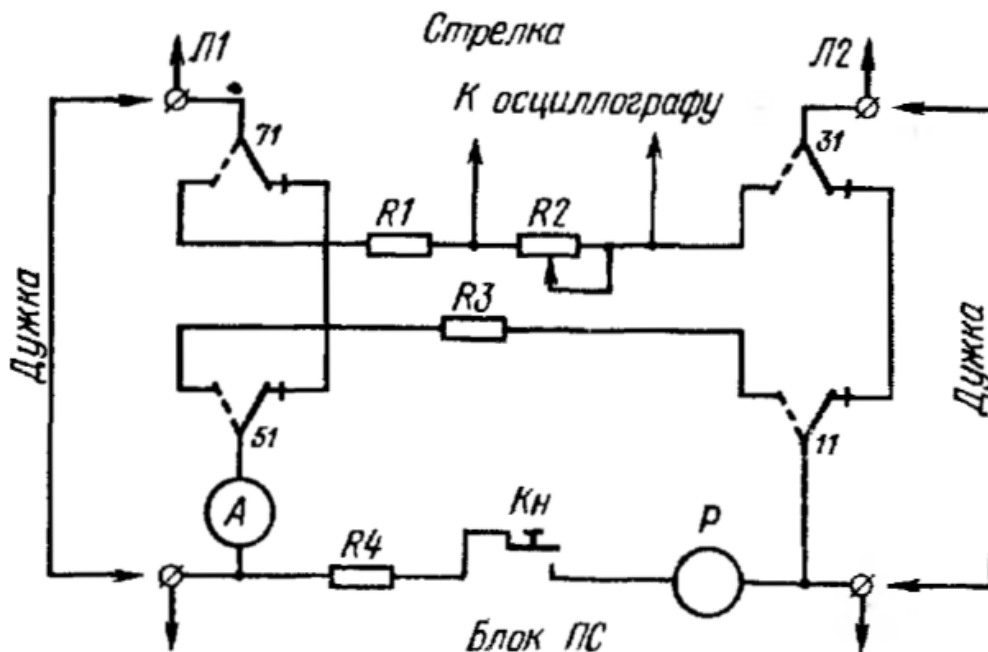


Рисунок 2.5 – Схема для зняття осцилограм стрілочного двигуна

Під час переведення стрілки, контролюючи її роботу по амперметру, або під час роботи на фрикцію натискається кнопка Кн, внаслідок чого спрацьовує реле Р, яке відключає живлення електродвигуна і підключає останній до дільника напруги R1 і R2. У цей момент якорь електродвигуна обертається за інерцією, і електродвигун працює в режимі генератора. Напруга з регульованого резистора R2 подається на вхід осциллографа, і на його екрані спостерігається загасаючий процес (у міру зменшення частоти обертання якоря електродвигуна е. д. с. падає до нуля).

Деяка кількість відмов у чотирипровідній схемі управління стрілкою пов'язана з важким режимом роботи контактів пускових реле типу СКПШ-320, які зазнають ерозії, а в окремих випадках відбувається навіть спікання контактів. Спікання відбувається переважно у момент замикання контактів пускових реле, коли електродвигун ще не почав обертатися. Цей період навантаження кола визначається активним опором обмоток двигуна і кабелю. Ерозії та спіканню контактів сприяє підвищений пусковий струм 30-50 А, який утворюється в колі стрілки з низьковольтним електродвигуном у тих випадках, коли стрілка розташована поблизу релейної шафи або при підвищеній напрузі стрілочної батареї з одночасним дублюванням великої кількості кабельних жил.

Для виключення випадків спікання контактів пускових реле в чотирипровідній схемі управління стрілкою початковий пусковий струм не повинен перевищувати 30 А. Така умова виконується, якщо сумарний активний опір кабельних жил та обмоток двигуна не перевищує 1,6 Ом при напрузі стрілочної батареї 60 В або 2 Ом напрузі 48 В. Якщо опір виявляється меншим, необхідно знизити напругу, що подається на стрілку, або роздублювати кабельні жили.

Інший спосіб захисту контактів пускових реле, полягає в установці тиристорного комутаторного блоку.

Тиристорний блок складається з вузла керування та вузла відключення (рис. 2,6). Вузол управління містить замкнутий діодний міст з діодів VD1 - VD4 типу Д226 з включеними в його діагональ реле У типу РЕС-22, резистором R3 типу МЛТ-0,25 (120 Ом) і електролітичним конденсатором ємністю 200 мкФ на робочу напругу 30 В.

Вузол відключення складається з тиристорів VD5 типу Т25-6 і VD6 типу КУ201А, конденсатора С1 типу МБГО ємністю 30 мкФ (на напругу 160 В), резисторів R1 типу ПЕВ-25 (390 Ом), R2 типу ПЕВ-25 (910) та контактної групи реле У.

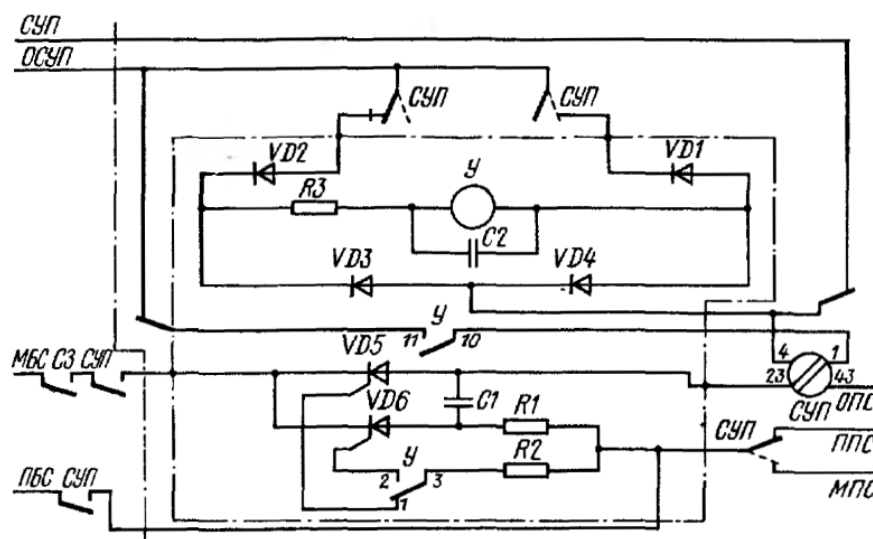


Рисунок 2.6 – Схема стрілочного блока тиристорної комутації

При переведенні стрілки після повороту стрілочної рукоятки реле У збуджується і контактами 10-11 замикає коло збудження реле СУП, а контактом 1-3 розмикає керуюче коло тиристора VD5. Після того, як реле СУП, збудившись, перекине поляризований якор, знову знеструмить реле У і контактом 1-3 замкне коло управління тиристора T1, який починає пропускати робочий струм. Одночасно із цим починає заряджатися конденсатор С1 через резистор R1. При нормальному переводі коло робочого струму розмикається контактами перемикача, і захист у цьому випадку не потрібен.

При реверсі електродвигуна, коли стрілка не замикається в переведеному положенні, і зміні полярності в керуючих проводах відбувається збудження реле, контактом якого розмикається коло управління тиристора VD5 і замикається коло управління тиристора VD6, який відкривається і пропускає через себе імпульс розряду конденсатора С1. Ціль розряду конденсатора С1 проходить через тиристор VD5 у зворотному напрямку, що призводить до його закриття. Таким чином, робоче коло розімкнеться ще до того, як реле СУП переключить поляризовані контакти.

Подальша робота комутуючого блоку відбувається в тому ж порядку, що і в процесі замикання робочого кола, як описано вище. Таким чином, комутуючий тиристорний блок забезпечує повний захист контактів пускових реле у всіх режимах роботи стрілки як при включенні, так і при вимиканні пускового кола.

Експлуатаційні випробування тиристорного комутувального блоку показали його ефективність, проте виявили також ряд експлуатаційних недоліків. Увімкнення блоку вимагає значного часу вимкнення стрілок із централізації. Крім того, відмова одного з елементів цього блоку призводить до неспрацювання реле СУП, внаслідок чого стрілка не лише перестає переводитись, а й порушується також і її контроль. Не завжди є вільні місця в релейній шафі, оскільки блоки, що комутують, повинні встановлюватися на кожен стрілку.

Найпростіша схема тиристорного захисту контактів пускових реле (рис.2.7) містить допоміжне реле В типу НМШ2-4000, тиристор (КУ202Д) і резистори R1 (51 Ом), R2 (510 Ом). Причому один блок встановлюється на групу стрілок, що розташовані в одній горловині. Захист контактів пускових реле в момент їх замикання відбувається завдяки включенню в коло обмотки реле опором 4000 Ом, яке обмежує комутований струм. Після того, як реле В стало під струм, замикається коло управління тиристора, яким відкривається і шунтує, у свою чергу, реле, після чого робочий струм зростає до номінального значення. Аналогічно працює схема і в момент замикання робочого кола при реверсі стрілки. Схема не забезпечує захисту контактів пускових реле в момент розмикання робочого кола в реверсивному режимі. У цьому випадку комутований струм значно менший за пусковий

струм, і хоча деяке іскріння контактів при цьому відбувається, але випадків спікання за тривалий період експлуатації цього блоку не спостерігалось.

Поряд із методами тиристорного захисту може застосовуватися також і схема, що має підвищену комутаційну здатність. Цей варіант чотирипровідної схеми керування стрілкою по альбому ЕЦ-2 (рис. 2.8) передбачає встановлення двох додаткових реле, контакти яких включаються до робочого кола замість контактів реле СУП. Надійність роботи схеми підвищується завдяки тому, що контакти додаткових реле СУПСП і ПСМ типу НМПШ-900 мають більшу комутаційну здатність порівняно з контактами реле СУП типу СКПШ-5.

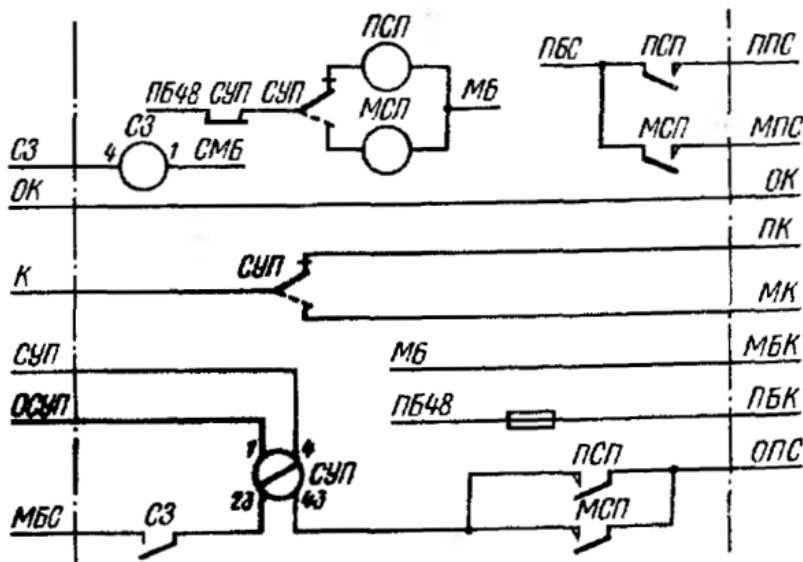


Рисунок 2.7 – Схема стрілочного блоку тиристорної комутації

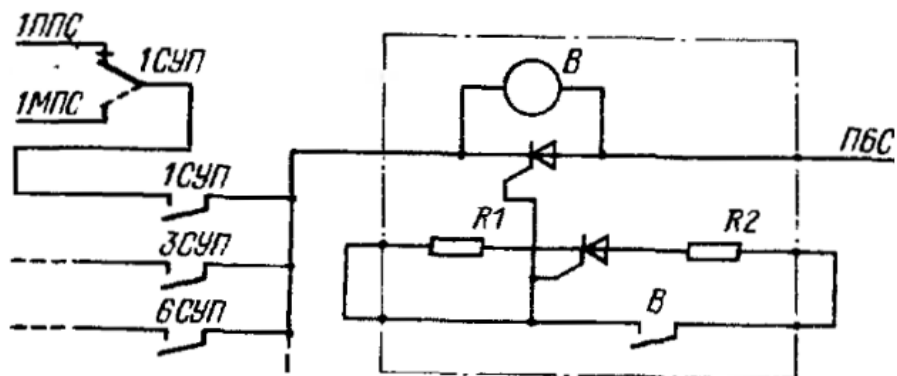


Рисунок 2.8 – Чотирипровідна схема стрілки з двома керуючими реле

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Недоліком існуючої технології обслуговування стрілочних переводів є значні затрати ручної праці, часу та неможливість своєчасного виявлення та попередження відмов стрілки. Крім цього виявлення тієї чи іншої відмови фіксує обслуговуючий персонал візуальним оглядом, що не дає необхідної точності та достовірності. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування та контролю пристроїв залізничної автоматики.

Застосування автоматизованих алгоритмів дозволяє побудувати оптимальну послідовність дій для пошуку будь-якої несправності з найменшою витратою часу і неухильно її дотримуватися, що дозволить підвищити ефективність роботи системи технічного діагностування і моніторингу, продуктивність праці персоналу, знизить вплив людського фактору на час відновлення, зменшить затримки і простої поїздів.

Крім того, автоматизація обслуговування і усунення відмов створює передумови для переходу з планово-попереджувальної системи технічного обслуговування до обслуговування по фактичному стану.

Отже, підвищення якості та швидкості обслуговування можливо досягти лише при застосуванні системи автоматизованого діагностування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Буряк С. Ю. Удосконалення технології обслуговування централізованих стрілок з електроприводом змінного струму в умовах експлуатації: дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Буряк Сергій Юрійович. – Д., 2015. – 166 с.
- 2) Станционные системы автоматики и телемеханики: Учебн. для вузов ж.-д. трансп./ Вл. В. Сапожников, Б. Н. Елкин, И. М. Кокурин и др.; Под ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 2000. – 432 с.
- 3) Перникис Б.Д., Ягудин Р.Ш. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1994. – 254 с.
- 4) Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокуваннях. ЦШЕОТ 0012 – К.: Укрзалізниця, 1998. – 72 с.;
- 5) Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. ЦШ/0042. – К. : Укрзалізниця, 2006. – 461 с.;
- 6) Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ), ЦШ/0060 – К.: Укрзалізниця, 2009. – 87 с.;
- 7) Інструкції з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) на залізницях України. ЦШЕОТ/0018 – К.: Укрзалізниця, 1999. – 105 с.
- 8) Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦШЕОТ/0138 – К.: Укрзалізниця, 2006. – 321 с.;
- 9) Інструкція з утримання технічної документації на пристрої сигналізації, централізації та блокуваннях на залізницях України. ЦШ/0022 – К.: Укрзалізниця, 2001. – 41 с.;
- 10) Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень елементів стрілочних переводів та рейок залізниць України – Дніпропетровськ: Арт-Пресс, 2000. – 148 с.;
- 11) Маловічко В. В. Підвищення ефективності технічного обслуговування стрілочних переводів шляхом автоматизованого контролю їх параметрів: дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Маловічко Володимир Володимирович. – Д., 2011. – 177 с.;
- 12) Резников Ю. М. Электроприводы железнодорожной автоматики и телемеханики. – М.: Транспорт, 1985. – 288 с.