

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

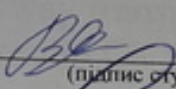
Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

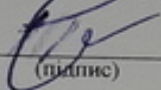
Кафедра «Автоматика і телекомунікації»

Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Діагностування стрілочних двигунів постійного струму»  
за освітньою програмою: «Системи керування рухом поїздів»  
зі спеціальності: «273 Залізничний транспорт»  
Виконав: студент групи «СК19120»

Керівник:

  
\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

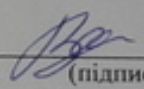
  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

/ Василь БЕШЛЮЄВ /  
\_\_\_\_\_  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/доц. Тетяна СЕРДЮК/  
\_\_\_\_\_  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)



**Міністерство освіти і науки України**  
**Український державний університет науки і технологій**

Факультет: Комп'ютерні технології і системи  
Кафедра: Автоматика і телекомунікації  
Рівень вищої освіти: перший  
Освітня програма: Системи керування рухом поїздів  
Спеціальність: Залізничний транспорт

(шифр та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата \_\_\_\_\_

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу

бакалавра

\_\_\_\_\_  
(ступінь вищої освіти)

студенту Бешлюєв Василь Олександрович

\_\_\_\_\_  
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Діагностування стрілочних двигунів постійного струму

Керівник роботи: Сердюк Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом від

"18" жовтня 2022 р.

№

704ст

2. Строк подання студентом роботи: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: тип стрілочних електроприводів на станції – СП-6; тип двигунів постійного струму МСП-0,25; двопровідна схема управління стрілкою

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

4.1 Аналітична частина: Аналіз методів діагностування двигунів стрілочних електроприводів постійного струму

4.2 Основна частина: Розрахунок визначення електромеханічних характеристик стрілочного електродвигуна постійного струму МСП-0,25 за результатами вимірів

4.3 Розробка лабораторного стенду для дослідження електротехнічної характеристики стрілочного приводу типу СП

4.4 Охорона праці та захист навколишнього середовища:

Охорона праці при проведенні обслуговування стрілочних приводів

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

## РЕФЕРАТ

Відомості про об'єм пояснювальної записки: 37 сторінок, 1 таблиця, 11 рисунків, 25 джерел використаної літератури.

Метою роботи є удосконалення методики діагностування двигунів постійного струму типу МСП-0,25 стрілочних приводів типу СП-6.

Актуальність роботи полягає в створенні умов для переходу від планово-попереджувальної технології до обслуговування за станом об'єкта і прогнозування відмов.

В першому розділі виконано аналіз методів діагностування двигунів стрілочних електроприводів постійного струму, розглянуто характеристики й номінальні параметри стрілочного двигуна постійного струму МСП й визначено вихідні дані.

В другому розділі розраховано електромеханічні характеристики двигуна МСП-0,25 за результатами виміру його параметрів під час технічного обслуговування.

В третьому розділі розроблено лабораторний стенд для зняття електромеханічних характеристик стрілочних приводів з метою удосконалення методики його технічного обслуговування.

В четвертому розділі розглянуто питання охорони праці при обслуговуванні стрілочних приводів.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні систем залізничної автоматики і удосконаленні методів їх обслуговування.

Матеріали роботи застосовуються в учбовому процесі університету в дисциплінах «Електроживлення систем залізничної автоматики» і «Електричні кола і лінії залізничної автоматики».

*Ключові слова:* стрілочний електропривод, двигун постійного струму, діагностування, електромеханічні характеристики.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ СТРІЛОЧНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	8
1.1. Автоматизований електропривод	8
1.2. Характеристики електродвигуна типу МСП-0,25	11
1.3. Аналіз існуючих методів технічної діагностики стрілочних електроприводів	15
1.4. Вибір параметрів діагностування та несправностей двигунів постійного струму стрілочного переводу	17
1.5. Висновки за розділом	
2. РОЗРАХУНОК ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ МСП-0,25 ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИМІРІВ	22
3. РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРІЛОЧНОГО ПРИВОДУ ТИПУ СП	27
3.1. Методика дослідження роботи двопровідної схеми управління	27
3.2. Методика визначення характерних несправностей двопровідної схеми управління стрілочного приводу та методи їх усунення	31
3.3. Висновок за розділом	32
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОБСЛУГОВУВАННЯ СТРІЛОЧНИХ ПРИВОДІВ	33
ВИСНОВКИ	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	39

## ВСТУП

*Актуальність роботи.* Однією з найважливіших завдань для промислових підприємств і всіх галузей інфраструктури в сформованих умовах є забезпечення ефективності їхньої роботи за рахунок зниження витрат на експлуатацію всіх технічних засобів. Досягнення зазначеної мети можливо за рахунок високої якості технічної експлуатації з поступовим переходом на обслуговування "за станом об'єкта", що зменшує вплив "людського фактора" на роботу пристроїв. Таке завдання є досить актуальним, у тому числі, і для пристроїв систем залізничної автоматики й телемеханіки (СЗАТ).

*Мета роботи* – удосконалити методіку діагностування двигунів постійного струму типу МСП-0,25 стрілочних приводів типу СП-6.

*Об'єкт дослідження* – двигуни постійного струму стрілочних приводів.

При обслуговуванні систем автоматики й телемеханіки, широко використовується регламентне обслуговування. Найбільш передовий спосіб технічного обслуговування "за станом об'єкта" вимагає наявності високонадійних і досить точних контрольних приладів вимірювання, що пов'язано з певними технічними труднощами й вимагає додаткових грошових витрат.

Тому в цей час у багатьох галузях техніки, на промисловому й магістральному залізничному транспорті використовується в основному регламентне обслуговування таких систем [3 - 8].

Ріст обсягів перевезень, підвищення швидкостей руху й ваги поїздів на основних напрямках залізниць збільшують інтенсивність роботи пристроїв СЗАТ, особливо надольних. На другорядних лініях інтенсивність роботи пристроїв СЗАТ на порядок менше, але витрати на їхню експлуатацію при діючій організації технічного обслуговування залишаються порівнянними з витратами на експлуатацію пристроїв СЗАТ на лініях

основних напрямків. Інтенсивність роботи пристроїв СЗАТ навіть на одній станції також сильно розрізняється на головних і бокових коліях [1, 2, 9 - 14].

Єдина періодичність профілактичних робіт з технічного обслуговування пристроїв СЗАТ по всій мережі доріг веде до нераціонального використання трудових ресурсів. Кроком до диференціювання строків проведення робіт з технічного обслуговування пристроїв СЗАТ стало введення періодичності виконання робіт з технічного обслуговування пристроїв і строків проведення капітальних ремонтів з урахуванням категорії залізничних ліній за інтенсивністю руху поїздів. Висока інтенсивність використання технічних засобів залізничного транспорту обумовлює необхідність впровадження досягнень науково-технічного прогресу, передових методів праці, радикальної реформи керування перевізним процесом [3 – 8].

Рішення цих завдань багато в чому забезпечується на основі впровадження сучасних засобів автоматизації й контролю технічного стану пристроїв залізничної автоматики. Таким чином, тема дипломної роботи, яка пов'язана з удосконаленням діагностування двигунів постійного струму є актуальною.

# 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ СТРІЛОЧНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

## 1.1. Автоматизований електропривод

Автоматизований електропривод – електромеханічна система, що складається з електрорушійного, перетворювального, передатного й керуючого пристрою. Призначений для надавання руху виконавчих органів машини й керування цим рухом.

Електропривод складається з електрорушійного пристрою призначеного для перетворення електричної енергії в механічну і механічної частини, до складу якої входить робочий механізм і передатний пристрій. Вони в свою чергу призначені для передачі енергії від рухомого до виконавчого органа, а також для зміни виду й швидкості руху виконавчого органа. Третьою складовою частиною електроприводу є система керування [8].

Типи електроприводів:

- груповий, один двигун забезпечує рух декількох виконавчих механізмів;
- індивідуальний;
- взаємозалежний - складається із двох або багатьох електрично зв'язаних між собою електрорушійних пристроїв, при яких підтримується рівність швидкостей і положення виконавчого органа.

За ступенем керованості привода бувають:

- нерегульовані, де приведення в дію виконавчого органа відбувається з однією робочою швидкістю;
- регульовані, швидкість руху виконавчого органа й параметри яких можуть змінюватися під дією керуючого впливу;
- програмно-керований
- що стежить: автоматично відпрацьовує переміщення виконавчого органа з певною точністю з довільно мінливим заданим сигналом

За родом передатного пристрою привода бувають редукторні та без редукторні.

За рівнем автоматизації:

- автоматизовані - керовані автоматичним регулюванням параметрів,
- неавтоматизовані - ручне керування,
- автоматичний - управління дії виражається автоматично без участі оператора.

Стрілочні електропривода типу СП призначені для переведення, запирання й контролю положення централізованих стрілок. Згідно ПТЕ стрілочні приводи повинні забезпечувати щільне прилягання гостряка до рамної рейки, не допускати замикання стрілки при зазорі між гостряком і рамною рейкою 4мм і більше, відводити віджати гостряк від рамної рейки на відстань не менш 125мм [5 - 8 ].

Можна класифікувати стрілочні електропривода таким чином.

1) За видом споживаної енергії:

- електричні: електромеханічні й електромагнітні,
- електропневматичні,
- електрогідравлічні.

2) За часом переведення стрілки стрілочні привода бувають:

- швидкодіючі ( до 1с),
- нормально діючі ( від 2 до 5с),
- повільнодіючі ( 10 с і більше ).

3) За видом замикання стрілки:

- із внутрішнім запиранням,
- із зовнішнім запиранням.

4) За видом сприйняття розтину стрілки:

- взрізні,
- невзрізні.

Основні вузли електропривода.

Реверсивний електродвигун. Використовують двигуни постійного струму МСП, двигуни змінного струму - трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором типу МСТ.

Редуктор. Він призначений для посилення обертаючого моменту електродвигуна й перетворення обертового руху якоря двигуна в поступальний рух шибера двигуна й перевідних робочих тяг пов'язаних з гостряками.

Фрикційне зчеплення. Забезпечує пружне зчеплення елементів механічної передачі, цим досягається обмеження струму у двигуні при різкому зниженні числа оборотів якоря й при погіршенні умов переведення стрілки

Автоперемикач комутирує кола контролю положення стрілки й кола керування, здійснює перемикання обмоток двигуна для створення можливості переведення стрілки в протилежний стан, розриває контрольні кола при взрізі стрілки та підготовлює коло для повертання стрілки в вихідне положення при невиконанні переводу.

Контрольні лінійки. Приводяться в рух гостряками стрілки й служать для контролю її положення.

Робоча тяга. Призначена для переведення гостряків, з якими вона зв'язана.

Внутрішній замикач призначено для запирання обох гостряків у нерозрізного й для запирання притиснутого гостряка в СПВ. Запирання гостряків дозволяє виключити небезпека їхнього відходу при русі поїзда по стрілці.

Блокувальний (курбельний) контакт. Призначено для розмикання робочого кола живлення двигуна при відкритті кришки СП. У результаті виключається можливість керування стрілки з поста ЕЦ у момент ручного переведення [8, 19 – 25].

## 1.2. Характеристики електродвигуна типу МСП-0,25

Стрілочні електродвигуни мають послідовне збудження. Їх можна оцінювати, як і двигуни будь-яких типів, по пусковим, робочим і регульовальним характеристикам.

Пускові характеристики визначаються пусковим струмом  $I_{\Pi}$ , пусковим моментом  $M_{\Pi}$ , часом пуску  $t_{\Pi}$ . Робочі характеристики представляють собою залежності швидкості обертання, моменту на валу, корисній потужності і К.К.Д. від струму якоря. До робочих відноситься також і механічна характеристика: залежність швидкості обертання від моменту на валу. Регульовальні характеристики визначаються в основному межами регулювання швидкості, установлюваними по відношенню найбільшої швидкості обертання до найменшої.

Номінальними параметрами стрілочних електродвигунів є: напруга  $U$ , потужність  $P$ , момент  $M$ , струм  $I$  і швидкість обертання  $n$ . Номінальній називається напруга, на яку двигун розрахований. Номінальною є максимальна потужність, що двигун може тривало розвивати в заданому повторно-короткочасному режимі при номінальному моменті на валу. Номінальним називається струм, споживаний електродвигуном при номінальній напрузі і номінальній потужності на валу. Нарешті, номінальною називається частота обертання, вимірювана числом обертів якоря при номінальній напрузі і номінальній потужності.

Електродвигун постійного струму типу МСП-0,25. Паралельно зі створенням електроприводів для переводу важких стрілок розроблявся й удосконалювався більш потужний електродвигун типу МСП-0,25.

Електродвигуни типу МСП-0,25, як і МСП-0,1, випускаються для приводів електричної централізації на напруги 30, 100 і 160 В. Крім того, електродвигун типу МСП-0,25 100В, як уже згадувалося, використовується при напрузі 200В для приводів горочної централізації і позначений умовно: МСП-0,25 100/200 В [8].

Номінальні параметри стрілочних електродвигунів типу МСП-0,25 приведені в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Номінальні параметри електродвигунів типу МСП-0,25

Характеристика	Параметри		
	Напруга, В	30	100/200
Потужність, Вт	250	250/550	250
Споживаний струм, А	12,5	3,3/3,6	2,5
Частота обертання, об/хв.	1460	1700/3600	1700
Момент, кгс-см	15	15/15	15
К.К.Д.	0,6	0,7/0,8	0,7

Габаритні розміри електродвигунів: 320 X 244 X 190 мм, маса 17 кг. Зменшення маси двигуна МСП-0,25 досягнуто за рахунок застосування сталевих корпусів замість чавунних як у МСП-0,1.

Конструкції електродвигунів типу МСП-0,25 з різними номінальними напругами зовсім однакові, відмінні лише їхні намотувальні дані.

При зміні моменту навантаження в широких межах корисна потужність змінюється в менших межах, що свідчить про високу перевантажувальну здатність двигуна. Споживана потужність двигуна  $P$  знаходиться в лінійній залежності від струму  $I$ .

Крива К.К.Д. двигуна спочатку швидко росте з збільшенням навантаження, потім К.К.Д. при навантаженні, близькому до номінального, досягає максимуму і при великих навантаженнях починає зменшуватися. Останнє пояснюється, зокрема, тим, що втрати в якорі й обмотці збудження ростуть швидше, ніж корисна потужність [8, 9, 19-25].

Конструкція електродвигуна типу МСП-0,25.

На відміну від литого чавунного корпусу двигуна типу МСП-0,1 корпус двигуна типу МСП-0,25 виготовляють зі сталевих труб діаметром 160 мм із

приварними лапками. Сталева станина перед чавунною має значну перевагу за рахунок більш високої індукції насичення сталі. Конструкція полюсів і ізоляція обмоток збудження двигуна типу МСП-0,25 виконані аналогічно двигуну типу МСП-0,1. Обмотки збудження намотуються проводом марки ПЭВ-2, а вивідні кінці виконуються проводом марки ПГВ перетином  $1,5 \text{ мм}^2$ .

У двигуні типу МСП-0,25 на відміну від МСП-0,1 зубці якоря утворюють напівзакриті пази грушоподібної форми (рис. 1.1). Обмотка якоря містить 24 секції. У кожному пазу розташовані по дві сторони секцій 2, намотаних одна поверх інший проводом марки ПЭВ-2 і ізольованих лакотканню і електрокартоном 3 від стінок паза. Обмотки в пазах закріплені клинами 1 [8].

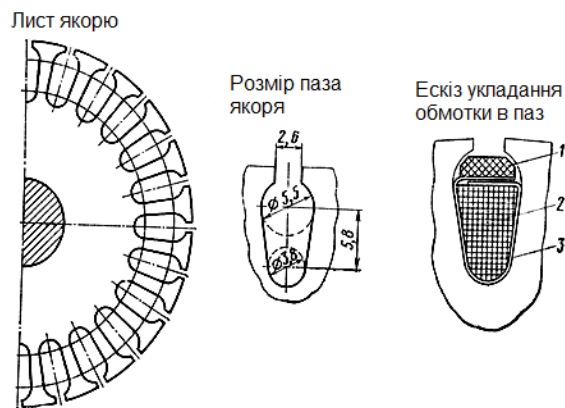


Рис.1.1. Елементи якоря електродвигуна типу МСП-0,25

Виводи секцій якоря припаюються до колекторних пластин. Колектор у двигуні типу МСП-0,25 використовується такий же, як у двигуні типу МСП-0,1.

Електродвигуни типу МСП-0,25 випускаються з курковими щіткотримачами 3 (рис. 1.2, а), закріпленими на ізоляторах 2 до дна переднього щита 1. Доступ до щіток забезпечений через бічні отвори в щиті.

Курковий щіткотримач (рис.1.2, б) містить корпус 3, щітку 1, курок 5, пружину 6. Корпус 3 щіткотримача відливається з антифрикційного сплаву на цинковій основі. У ньому мається прямокутний профільований отвір для

щітки, кишеня для розміщення курка і пружини, два отвори для кріплення його гвинтами до ізолятора 7 і отвір для кріплення струмопроводу.

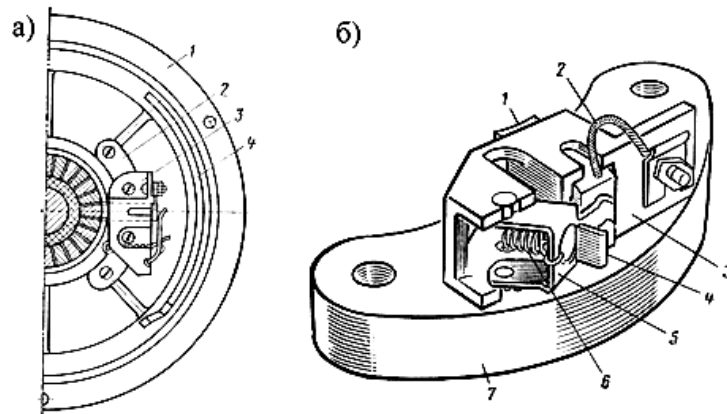


Рис.1.2. Курковий щітковий пристрій

Щітка 1 марки ГЗ виготовляється з графіту. У тіло щітки на глибину близько 12 мм методом пайки забита литця 2. Перехідне падіння напруги на пару щіток при щільності струму, що рекомендується,  $10 - 11 \text{ А/см}^2$  становить 1,9 В. Перед установкою двигуна в експлуатацію щітки обов'язково повинні бути притерті до колектора. Максимальний знос щітки не повинний перевищувати 50% її первісної довжини [8].

Курок 5 штампується з листової сталі. Нормально під дією пружини 6 він забезпечує тиск щітки на колектор. Для заміни щітки курок повертається за язичок 4 до упора, причому втримання його рукою в цьому положенні не потрібно.

Зусилля натискання щітки на колектор підтримується автоматично в межах 200...300 гс за рахунок пружини і зміни плеча сили, що розвивається нею, при повороті курка через поступовий знос щітки. Первісне регулювання необхідного натискання щітки звичайно виробляється зміною кроку пружини, тобто зближенням чи видаленням витків [8].

### **1.3. Аналіз існуючих методів технічної діагностики стрілочних електроприводів**

Аналіз показує, що існуючі методи і системи контролю та діагностики електроприводів стрілок електричної централізації не дозволяє перевіряти рід найважливіших параметрів електродвигунів (ЕД). Статистика показала, що доля відмов електроприводів з загального числа відмов ЕЦ складає близько 21 %. В свою чергу доля відмов у електродвигунах постійного струму стрілочних електроприводів складає від 19 до 25 %. Більшу за цю долю відмов має лише автоперемикач, який на відміну від електродвигуна перевіряється електромеханіком при внутрішньому огляді в повному обсязі по графіку.

Зниження долі відмов стрілочних електроприводів може бути досягнуто шляхом впровадження дистанційної технічної діагностики (ТД) електродвигунів постійного струму стрілочних електроприводів, що і є метою науково-дослідної роботи [1-2, 10-14, 19-25].

В процесі виконання першого етапу науково-дослідної роботи проаналізовано ряд існуючих методів ТД стрілочних електродвигунів. Так, у роботах [4, 5] розглядається метод дистанційного визначення несправностей та осцилографічний метод оцінки стану стрілочного електродвигуна. При цьому якір електродвигуна, який перевіряється, приводяться в рух від окремого електродвигуна з частотою обертання 300...500 об/хв. При цьому електродвигун, який перевіряється, працює в режимі генератора. Електро-рушійна сила, яка виникає в генераторі, подається на трансформатор, а далі на вхід осцилографа. Після аналізу здобутих осцилограм можна оцінити стан електродвигуна.

Аналіз схемних рішень та методів пошуку та оцінки несправностей ЕД показали, що практично всі з них мають недоліки, головним чином пов'язані з складністю реалізації схем технічної діагностики, потребують зняття

електричного двигуна з приводу та, що саме головне, відрізняються великими погрішностями при оцінці параметрів електричного двигуна.

В роботах [6-10] запропоновано більш ефективні методи технічної діагностики ЕД, що дозволяють контролювати як механічні, так і електричні параметри електродвигунів і стрілочних переводів. При цьому в схему живлення стрілочного переводу постійно включають датчик струму, з якого в безперервному режимі виділяють і аналізують криву струму, який споживається, і при наявності в спектрі струму гармонік в діапазоні від 20 до 10000 Гц за їх характеристиками роблять висновок про дефекти електричних складових електродвигуна стрілочного переводу. А саме, пошкодження в обмотці якоря фіксують по наявності в спектрі гармоніки кратної швидкісній частоті, а кількість пошкоджень - по кількості перевищень частот цих гармонік; обриви в обмотці якоря фіксують по стрибкоподібній зміні амплітуди гармоніки, а коротке замкнення в обмотці якоря – по наявності в спектрі змінювань амплітуди основної частоти.

При діагностиці стану механічної частини стрілочного переводу з датчика струму постійно включеного в схему живлення електроприводу виділяють, осцилографують і аналізують змінну складову кривої струму. При появі в спектрі гармонік в діапазоні від 1 до 1000 Гц за їх характеристиками роблять висновок про стан механічної частини переводу. Таке діагностування дозволяє виявити дефекти шарикопідшипників при появі в спектрі споживаного струму гармоніки частотою від 10 до 150 Гц; «пружність» гостряка стрілочного переводу та забруднення башмаків фіксують по стрибкоподібному змінненню швидкісної частоти; люфт щіток електродвигуна фіксують по появі підвищення гармонік підвищених гармонік, а кількість дефектних щіток – по числу цих гармонік.

В роботі [11] розглянуті причини сходу швидкісного пасажирського рухомого складу з рейок на залізничній дільниці “Лондон-Бирмигнем” на стрілочному переводі, обладнаному електроприводом, та обговорені заходи по профілактиці та попередженню таких випадків.

Таким чином, реалізація цих методів дозволяє суттєво підвищити ефективність технічної діагностики електричного двигуна постійного струму стрілочних електроприводів за рахунок:

- збільшення глибини діагностування об'єкту дослідження (підвищення об'єму інформації про стан стрілочного переводу);
- підвищення точності оцінки параметрів несправності електроприводів постійного струму;
- прискорення проведення діагностування та прогнозування несправності об'єкта в умовах експлуатації;
- зміна структури та технології профілактичних робіт, які пов'язані зі зниженням експлуатаційних витрат.

#### **1.4. Вибір параметрів діагностування та несправностей двигунів постійного струму стрілочного переводу**

Вирішено діагностування стану стрілочного приводу виконувати по осцилограмі перевірки електродвигуна. Зображення осцилограми струму справного електродвигуна (рис.1.3) містить характерні гострі сплески (1, 2, 3) та пряму лінію (а - б). Тривалість спаду імпульсів складає приблизно  $\frac{1}{3}T$ , а довжина прямої лінії, де  $T$  - період. Зображення може містити і інші побічні криві меншої яркості.

Осцилограма струму електродвигуна постійного струму, який має міжвиткове замкнення обмоток якорю, дана на рис.1.4. Зображення має характерне синусоїдальне окреслення з гострими сплесками. Період прямування імпульсу дорівнює  $T$ . Осцилограма стендової перевірки електродвигуна, який має обрив обмотки однієї секції якорю, показана на рис. 1.5. Зображення містить характерні гострі сплески (1, 2, 3) та вертикальні прямі. Вертикальні прямі висвітлюються з меншою яркістю.

На рис.1.6 дана осцилограма стенової перевірки електродвигуна, який має обрив обмоток декількох секцій якоря. Зображення уявляє собою характерний імпульс трапецеїдальної форми. Зображення може містити сторонні криві меншої яркості.

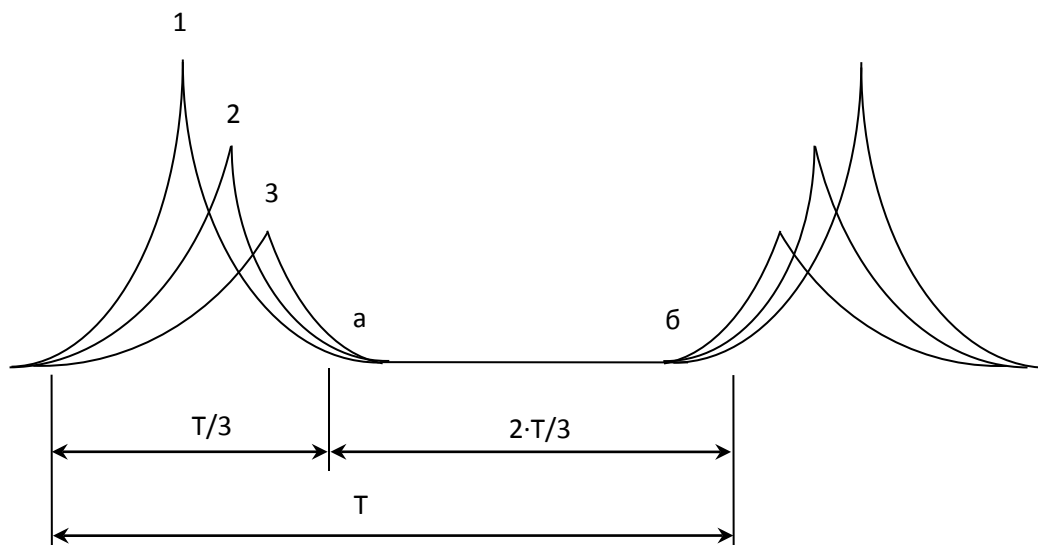


Рис. 1.3 Осцилограма струму справного електродвигуна

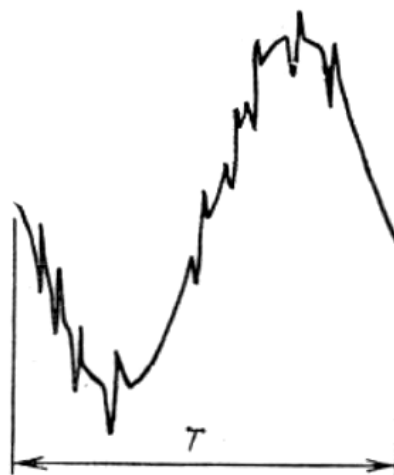


Рис. 1.4. Осцилограма перевірки електродвигуна з міжвитковим замкненням обмоток якоря

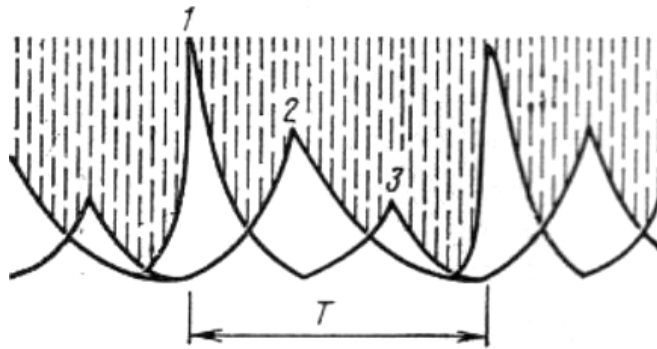


Рис. 1.5. Осцилограма перевірки електродвигуна з обривом обмотки однієї секції якорю

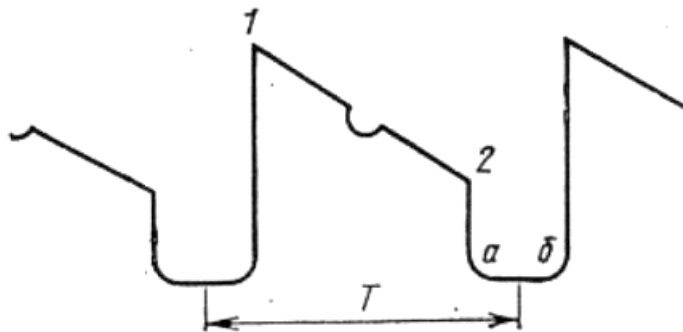


Рис. 1.6. Осцилограма електродвигуна, який має обрив обмоток декількох секцій якоря

Таким чином, після вивчення робіт [6-10, 12-14] вирішено визначати стан електродвигуна постійного струму стрілочного переводу за осцилограмами споживаємого двигуном струму в процесі експлуатації. З осцилограм робочого струму отримують спектральний склад, рівень амплітуд та їх частоти. За цими параметрами комплекс визначає характер відмов. Це дає можливість визначати такі несправності в стрілочному приводі та переводі: обриви та коротке замкнення в обмотці електродвигуна; несправності в шарикопідшипниковому механізмі (“биття підшипника”); люфт щіток електродвигуна та дефекти в них; “пружинистість гостряка” та забруднення башмаків стрілки.

## 1.5. Висновки за розділом

Існуючі методи і системи контролю та діагностики електроприводів стрілок електричної централізації не дозволяють перевіряти ряд найважливіших параметрів електродвигунів (ЕД). За статистичними даними доля відмов електроприводів з загального числа відмов ЕЦ складає близько 20 %. На електродвигуни постійного струму стрілочних електроприводів приходить від 19 до 25 %. Більшу за цю долю відмов має лише контактний автоперемикач, який на відміну від електродвигуна перевіряється електромеханіком при внутрішньому огляді в повному обсязі по графіку.

Зниження проценту відмов стрілочних електроприводів може бути досягнуто шляхом впровадження дистанційної технічної діагностики (ТД) електродвигунів постійного струму стрілочних електроприводів, що і є метою науково-дослідної роботи.

Для вирішення поставленої задачі необхідно:

- розробити методику розрахунку електромеханічних характеристик стрілочного електродвигуна постійного струму МСП-0,25 за результатами вимірів його основних параметрів;
- розробити лабораторний стенд для дослідження електротехнічної характеристики стрілочного приводу типу СП;
- розглянути питання охорони праці під час технічного обслуговування стрілочних приводів.

## 2. РОЗРАХУНОК ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ МСП-0,25 ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИМІРІВ

Визначення коефіцієнта корисної дії електропривода МСП-0,25.

Для проведення цих розрахунків було визначено напругу для двигуна вона становить 100 В. Для перевodu стрілки на величину ходу  $S$  за час  $t$ , необхідно отримати із мережі електроенергію потужністю  $P_1$ , величина якої із-за втрат більша потужності на шибєрі  $P_{ш}$ . Відношення  $P_{ш}/P_1$  представляє собою коефіцієнт корисної дії ( $\eta_{еп}$ ) електропривода. Напруга 100 (В)

$$P_1=U \cdot I, \quad (2.1)$$

де  $P_1$ -потужність, яка споживається електродвигуном постійного струму із мережі, Вт;

$U$  – напруга (В);

$I$  – струм (А).

$$\Delta P_d = P_1 - P_2, \quad (2.2)$$

де  $\Delta P_d$  – втрати потужності в електродвигуні;

$P_2$ – корисна потужність на валу електродвигуна;

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_d, \quad (2.3)$$

де  $\eta_d=0,85$  – ККД електродвигуна постійного струму;

$$\Delta P_{п} = P_2 - P_3, \quad (2.4)$$

де  $\Delta P_{п}$  – втрати потужності в підшипниках кочення опорного гвинта.

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_d, \quad (2.5)$$

де  $P_3$  – потужність, яка передається на гвинт;

$\eta_d=0,985$  – ККД підшипникових опор;

$\Delta P_{вп}$  - втрати потужності гвинтової передачі.

$$\Delta P_{вп} = P_3 - P_4, \quad (2.6)$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_b, \quad (2.7)$$

де  $\eta_b=0.9$  – ККД гвинтової пари кочення;

$P_4$  – потужність, яка передається на шибєр.

Корисна потужність на шибєрі:

$$P_{ш}^{\prime} = P_4 - \Delta P_c - \Delta P_{доб}, \quad (2.8)$$

де  $\Delta P_c$  – потужність втрат на тертя ковзання шибєра об направляючі:

$$\Delta P_c = (G_{ш} \cdot g \cdot \psi_{ш} \cdot S) / t, \quad (2.9)$$

$G_{ш} = 12$  кг – маса рухомої частини механізму запирання і взрїзу;

$\psi_{ш} = 0,015$  – коефіцієнт тертя ковзання чугун-сталь;

$\Delta P_{доб}$  – додаткові втрати потужності електропривода. Цї втрати не перевищують 2% від корисної потужності на шибєрі.

$$\eta_c = 1 - (\Delta P_c / P_4) \quad (2.10)$$

$$\eta_{доб} = 1 - (\Delta P_{доб} / P_{ш}) = 0,98 \quad (2.11)$$

$$\Delta P_{доб} = 0,02 \cdot P_{ш} \quad (2.12)$$

Корисна потужність на шибєрі визначається силою переводу  $F$ , величиною ходу шибєра  $S$ , та часом переводу  $t$ :

$$P_{ш} = (F \cdot S) / t \quad (2.13)$$

ККД електропривода визначає рівність:

$$\eta_{еп} = \eta_d \cdot \eta_{п} \cdot \eta_v \cdot \eta_c \cdot \eta_{доб} = P_{ш} / P_1 \quad (2.14)$$

Потужність, яка споживається електроприводом:

$$P_1^{\prime} = (F \cdot S) / (t \cdot \eta_{еп}) \quad (2.15)$$

Момент на валу електродвигуна:

$$M_2 = (F \cdot \Delta S) / (2\pi \cdot \eta_m), \quad (2.16)$$

де  $\eta_m$  – ККД механізму електропривода.

$$\eta_m = \eta_{еп} \cdot \eta_{п} \cdot \eta_v \cdot \eta_c \cdot \eta_{доб} = P_{ш} / P_2 \quad (3.22)$$

Потужність, яка споживається двигуном

$$P_1 = 100 \cdot 2,5 = 250 \text{ Вт}$$

Корисна потужність на валу електродвигуна

$$P_2 = 250 \cdot 0,85 = 212,5 \text{ Вт}$$

Втрати потужності в електродвигуні

$$\Delta P_d = 250 - 212,5 = 37,5 \text{ Вт}$$

Потужність, яка передається на гвинт

$$P_3 = 212,5 \cdot 0,985 = 209,31 \text{ Вт}$$

Втрати потужності в підшипниках кочення опорного гвинта

$$\Delta P_{\text{п}} = 212,5 - 209,3125 = 3,18 \text{ Вт}$$

Потужність, яка передається на шибер

$$P_4 = 209,3125 \cdot 0,9 = 188,3 \text{ Вт}$$

Втрати потужності гвинтової передачі

$$\Delta P_{\text{вп}} = 209,3125 - 188,38125 = 20,9 \text{ Вт}$$

Потужність втрат на тертя ковзання шибера об направляючі

$$\Delta P_c = (12 \cdot 9,8 \cdot 0,015 \cdot 0,154) / 0,6 = 0,45 \text{ Вт}$$

$$\eta_c = 1 - (0,45276 / 188,38125) = 0,998$$

Корисна потужність на шибері

$$P_{\text{ш}} = (1700 \cdot 0,154) / 0,6 = 436 \text{ Вт}$$

Додаткові втрати потужності електропривода

$$\Delta P_{\text{доб}} = 0,02 \cdot 385 = 7,7 \text{ Вт}$$

$$\eta_{\text{доб}} = 1 - (7,7 / 385) = 0,98$$

$$P_{\text{ш}}' = 188,38125 - 0,45276 - 7,7 = 180,23 \text{ Вт}$$

$$\eta_{\text{еп}} = 0,85 \cdot 0,985 \cdot 0,9 \cdot 0,998 \cdot 0,98 = 0,73$$

Потужність, яка споживається електроприводом

$$P_1' = (1700 \cdot 0,154) / (0,6 \cdot 0,73) = 597,4 \text{ Вт}$$

ККД механізму електропривода

$$\eta_m = 0,73 \cdot 0,985 \cdot 0,9 \cdot 0,998 \cdot 0,98 = 0,633;$$

Момент на валу електродвигуна

$$M_2 = (1700 \cdot 0,004) / (2\pi \cdot 0,633) = 1,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

На основі проведених розрахунків було визначено коефіцієнт корисної дії двигуна МСП 0,25 і визначено момент на валу електродвигуна.

За результатами розрахунків побудовано робочі характеристики електродвигуна постійного струму з послідовним збудженням типу МСП-0,25 (рис.2.1). Графіки залежності струму, корисної та споживаної потужності, питомої енергії від часу переводу і навантаження на шибері дано на рис. 2.2 – 2.4.

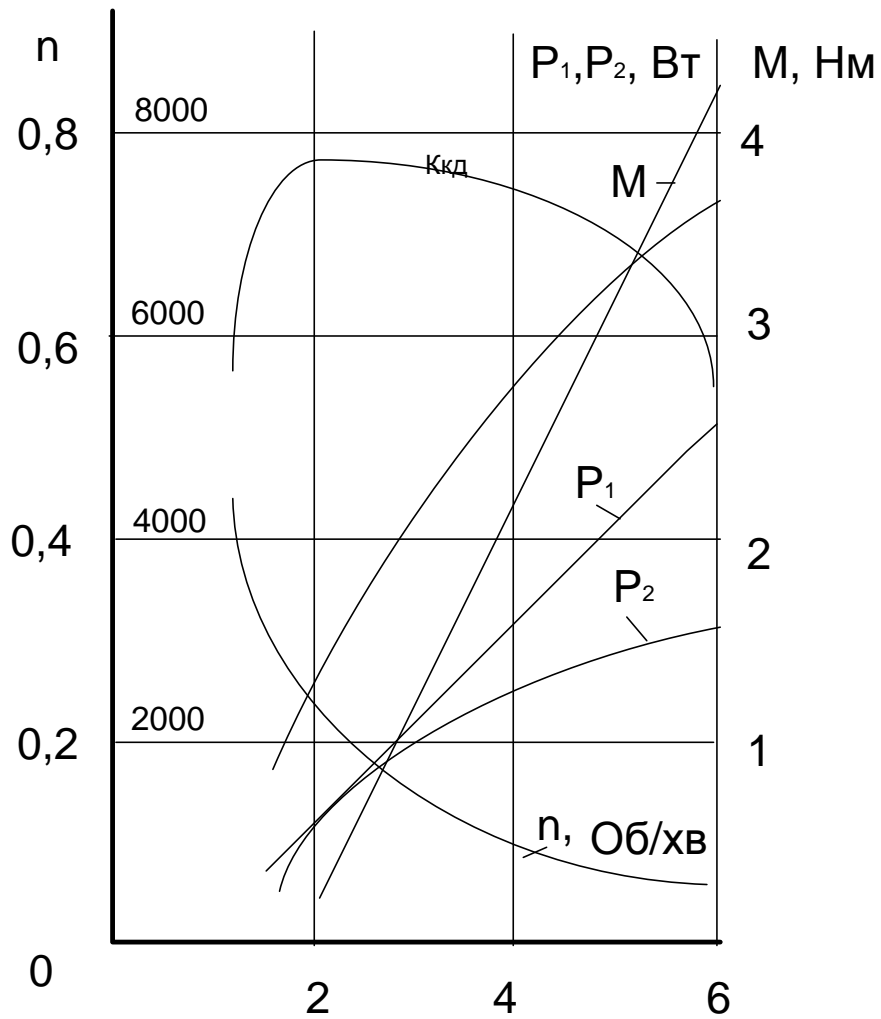


Рис.2.1. Робочі характеристики двигуна постійного струму з послідовним збудженням типу МСП

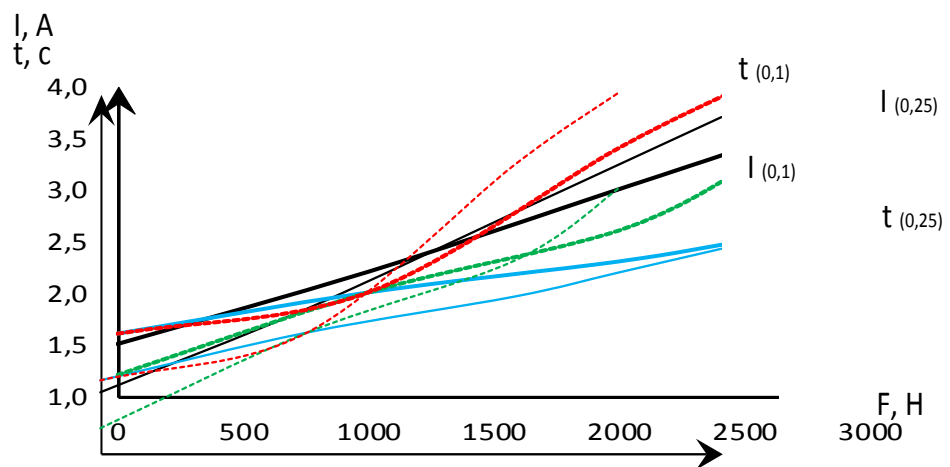


Рис.2.2. Графік залежностей струму та часу переведення від навантаження на шибері

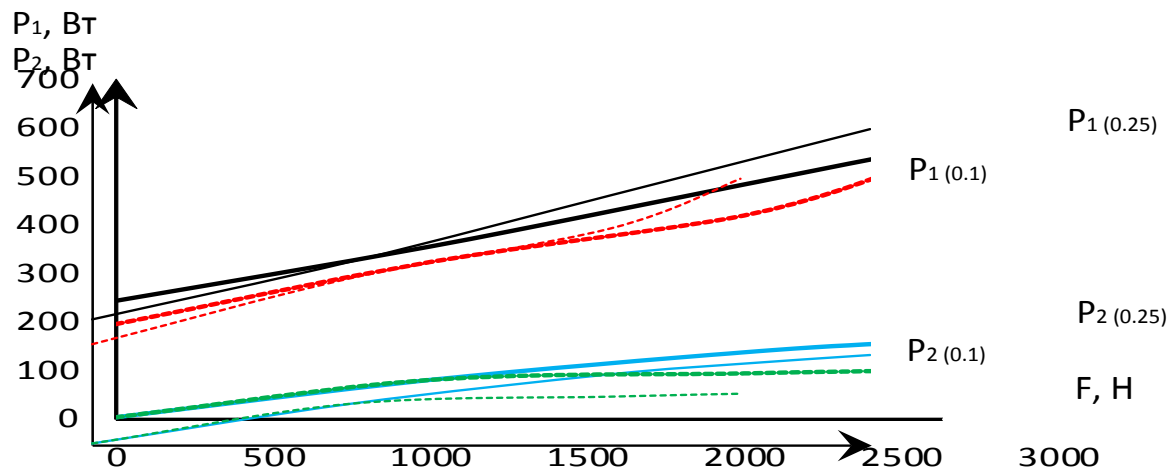


Рис.2.3. Графік залежностей споживаної та корисної потужності від навантаження на шибері

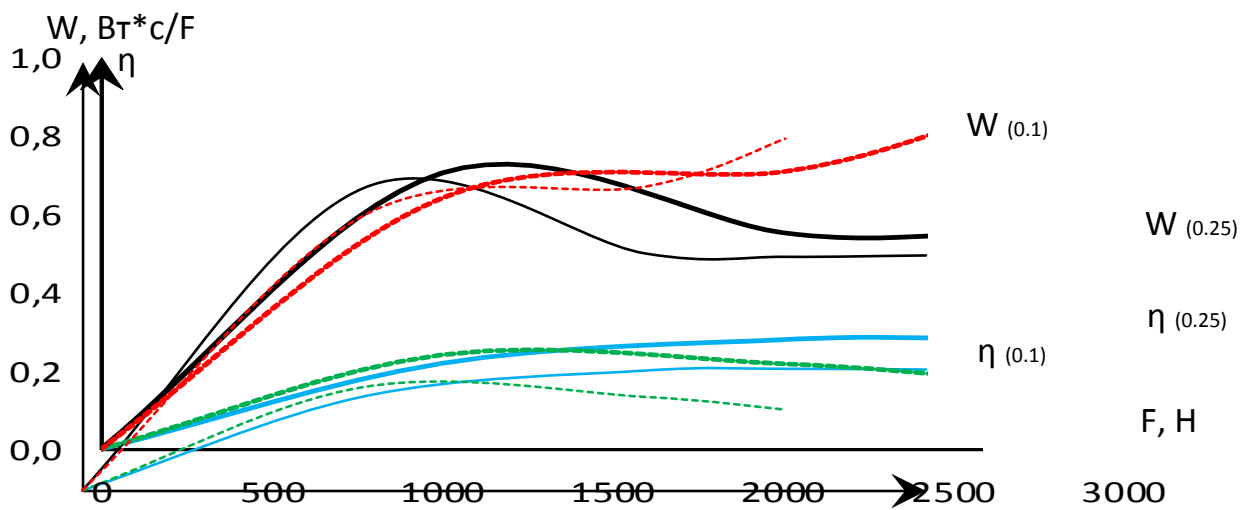


Рис.2.4. Графік залежностей ККД та питомої енергії від навантаження на шибері

### **3. РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРІЛОЧНОГО ПРИВОДУ ТИПУ СП**

#### **3.1. Методика дослідження роботи двопровідної схеми управління**

Розробка лабораторного стенду виконувалась для зняття електромеханічних характеристик електродвигуна МСП – 0,25, що встановлено в стрілочному приводі типу СП - 6. Для управління стрілочним електроприводом було змонтовано двопровідну схему управління (рис.3.1). В схемі застосовується блок типу ПС 110М [8].

Контактами керуючих стрілочних реле ПУ (МУ), при завданні маршруту або контактами стрілочного комутатора, при індивідуальному управлінні, полюс контрольної батареї П підключається до обмотки нейтрального пускового реле НПС в блоці ПС через контакт реле ППС, діод VD і далі по кола: контакт замикаючого реле З і колійного реле стрілочного ділянки СП, полюс М контрольної батареї. Реле НПС, збуджуючись, контактами 81-83 і 21-23 відключає стрілочне контрольне реле ОК в блоці ПС від лінійних проводів Л1 і Л2 і контактами 41-42 і 61-62 включає обмотку поляризованого пускового реле ППС, яка відповідає полярності, зворотної попереднього переключення стрілки. Реле ППС, перемикаючи поляризовані контакти, міняє полярність в лінійних проводах, відключає коло живлення реле НПС від батареї і одночасно готує для реле НПС коло зворотного переведення стрілки. На час всіх перемикань реле НПС утримує свій якір за рахунок уповільнення на відпускання, створюваного конденсатором С, підключеного до його обмотці [8].

Послідовно з реле включений діод VD, що виключає розряд конденсатора на обмотку реле ППС. Зі зміною полярності в лінійних проводах змінюється полярність від робочої батареї і на обмотці поляризованого реле Р, розміщеного в трансформаторному ящику поруч з

електроприводом. Реле Р перекидає контакти і підключає напругу робочої батареї через контакти автоперемикача до обмоток стрілочного електродвигуна [8-10].

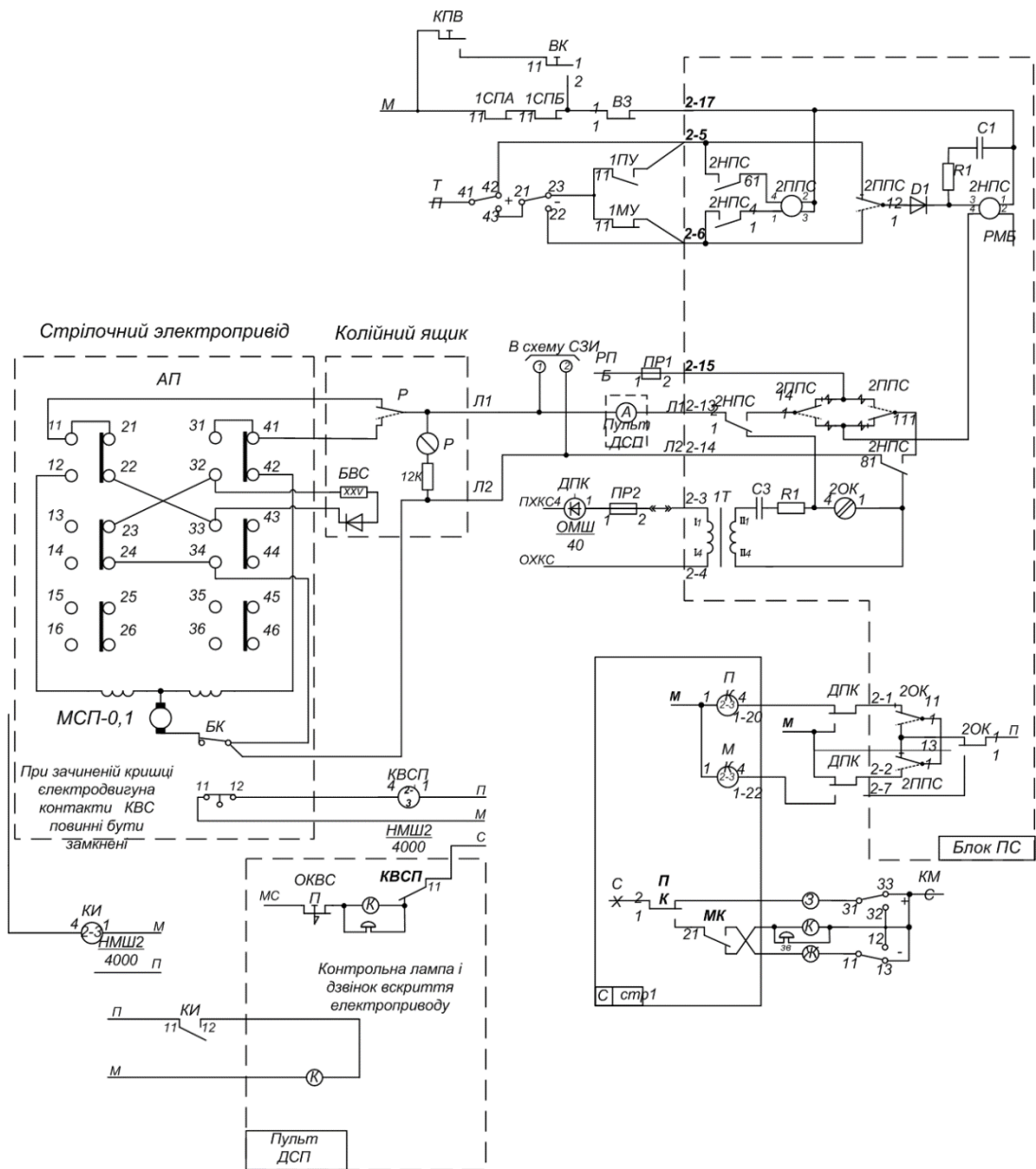


Рис.3.1. Двопровідна схема управління стрілочним електроприводом

З моменту включення електродвигуна і до закінчення переводу по обмотки 1-3 реле НПС буде протікати робочий струм, утримуючи якор реле в притягнутому положенні, коли після переведення стрілки ланцюг робочого струму контактами автоперемикача буде розімкнутий, в лінійному ланцюзі залишаються включеними тільки реле Р і випрямний елемент блок БВС, що

представляє великий опір. Внаслідок цього струм в обмотці 1-3 реле НПС різко знизиться, воно відпустить якір, вимкнувши робоче коло і підключивши до лінійних проводах контрольного кола змінного струму 220В від трансформатора Т. Змінний струм від полюсів ПХКС, ОХКС проходить через випрямний вентиль блоку БВС і збуджує контрольне реле ОК в пусковому блоці, створюючи на його обмотці полярність, відповідну положенню стрілки (контактами автоперемикача).

Через контакти реле ОК і ПС включається плюсове реле ПК або мінусове МК контрольне реле. Включення в ланцюг контрольних реле контакту реле ППС обумовлене необхідністю контролювати роботу поляризованого якоря реле ОК. У початковий момент переведення стрілки к контрольного реле ПК (МК) розмикається поляризованим контактом реле ППС, яке змінює полярність. Якщо після переведення стрілки реле ОК збудиться, але не перекине поляризований якір, то коло контрольного реле ПК (МК) не замкнеться.

При поверненні стрілочної рукоятки в попереднє положення реле ППС перекине якір, але реле ОК в цей час опиниться без струму, так як буде відключено від лінійних проводів контактами реле НПС. Потім реверсивне реле Р перекине якір і стрілка переведеться назад .

При несправному щіткової вузлі електродвигуна (слабкий контакт між колектором і щіткотримачем) в момент переведення стрілки може обірватися робоча коло і виникнути електрична дуга (стрілка в середньому положенні), при цьому реле ППС позбавляється струму і перемикає робоче коло на контрольну. Виникла дуга працює як випрямляч і викликає спрацьовування контрольного реле. В результаті стрілка дає контроль, перебуваючи в середньому положенні.

Для виключення помилкового контролю стрілки при виникненні електричної дуги, послідовно з контрольним реле введено додатковий опір, що обмежує струм у контрольному колі до значення, при якому утворення дуги не зробить впливу на контрольне реле. В якості додаткової міри проти впливу

електричної дуги колектора на роботу контрольного реле паралельно кожній обмотці електродвигуна включаються іскропоглинаючі конденсатори ємністю по 4 мкФ.

**Дослідження роботи стрілочного привода при нормальному переводі стрілки.** Після підключення до джерела живлення електродвигун обертає через механічну передачу зубчасте колесо з упором, який вичавлює ролик перемикаючого важеля і виводить важіль з вирізу корпусу взрізного зчеплення. Перемикаючий важіль через повідець повертає важіль з зубом, на якому встановлені контактні ножі, з боку колодки контрольних контактів у бік колодки робочих контактів. Після повороту зубчастого колеса з упором на  $30^\circ$  воно обертає взрізний барабан, а з ним і головний вал.

На початку обертання головного вала сидить на ньому шиберна шестерня, що має нормальне зачеплення з шибером віджатого вістряка, змушує рухатися цей шибер, а інша в той же час відмикає шибер прижатого вістряка. Палець шибера віджатого вістряка упирається в палець шибера притиснутого вістряка і змушує його переміщатися в тому ж напрямку. До кінця переводу першого шибера зупиняється, а другий продовжує рухатися до повного переведення стрілки, в кінці котрого другий перемикаючий важіль западає в виріз взрізного барабана, а ножовий важіль під дією пружини перемикається і замикає контрольні контакти, розмикаючи при цьому робочі. В цей час перший шибер повністю закривається спеціальним зубом шиберної шестерні.

Контрольні лінійки в кінці кожного переводу вістряків забезпечують контроль стану тільки притиснутого вістряка. При розрізу стрілки головний вал разом з взрізною шайбою повертається і ножові важелі стають в середнє положення; всі контрольні і робочі контакти розмикаються. Для повернення їх в початковий стан необхідно віджати фіксатор, що мається на кришці взрізного зчеплення, і поворотом курбельної рукоятки, надітої на вісь електродвигуна, повернуту взрізний барабан до моменту виходу хвостовика повзунів з його пазів.

Повний цикл переведення стрілки з відмиканням і замиканням вістряків відповідає повороту головного валу на  $273^\circ$ , що забезпечує переміщення шиберів на  $154 \pm 2$  мм.

### **3.2. Методика визначення характерних несправностей двопровідної схеми управління стрілочного приводу та методи їх усунення**

**При повороті стрілочної рукоятки стрілка не переводиться, стрілка не бере струм (амперметр не відхиляється).**

Переконатися в справності запобіжника в робочій ланцюга стрілки: якщо запобіжник справний і при переводі стрілочної рукоятки в початкове положення контроль стрілки відновився, то лінійний ланцюг справний. Вставляємо вольтметр в лінійний ланцюг, при цьому перевіряється надходження робочої напруги при переводі стрілочної рукоятки. Якщо робоча напруга в лінійну ланцюг не надходить, то несправний пусковий блок, в іншому випадку пошук несправності проводиться в електроприводі.

Переконатися в спрацьовуванні (справності) реверсивного реле, переводячи стрілку з поста ЕЦ. Залишивши стрілочну рукоятку в положенні при якому стрілка не переводиться, розкрити електропривод і переконатися в цілісності кола електродвигуна і замиканні робочих контактів автоперемикача.

**При повороті стрілочної рукоятки стрілка переводиться (амперметр відхиляється), контролю не має.**

Якщо при переводі стрілочної рукоятки в початкове положення контроль стрілки відновився, то необхідно перевірити регулювання контрольних тяг (включення контрольних контактів автоперемикача), якщо контроль стрілки не відновився, то перегорів контрольний запобіжник або несправний блок БВС.

**При проходженні по стрілці рухомого складу стрілка короткочасно втрачає контроль.**

Порушено регулювання контрольних тяг. Перевірити регулювання по настановним ризиків.

**При повороті стрілочної рукоятки стрілка не переводиться, амперметр показує підвищений струм.**

При поверненні стрілочної рукоятки в початкове положення амперметр відразу показує відсутність струму, контроль стрілки миттєво відновлюється. Перевірити не замкнена чи стрілка. Якщо немає, то заклинився шибер через відсутність мастила на запірних зубах шиберной шестерні і шибера.

**При повороті стрілочної рукоятки стрілка не переводиться, амперметр показує занижений струм.**

Перевірити стан фрикційного зчеплення.

**При переводі стрілки електродвигун споживає підвищений струм.**

Несправність стрілочного переводу - затягнуте кореневе кріплення.

**В кінці переводу стрілки амперметр показує велике споживання струму.**

Несправність стрілочного переводу - пружинність вістряків, сильно затягнуте кореневе кріплення, накат на рамному рейці, звуження колії у вістряків.

### **3.3. Висновки за розділом**

Розроблено методику, яка дозволяє попереджати відмови та несправності з високою вірогідністю, виявляти наступні дефекти: люфт якірних підшипників і шарикопідшипників у підшипниковому вузлі, забруднення або відсутність змащення башмаків стрілки, обриви й коротке замикання секції якоря; розпаювання (обрив) і коротке замикання пластин колектора; люфт і кількість дефектних щіток електродвигуна; дефекти пускової апаратури; зниження рівня ізоляції й опору жил живильного кабелю.

#### **4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОБСЛУГОВУВАННЯ СТРІЛОЧНИХ ПРИВОДІВ**

Вимоги безпеки при роботі по технічному обслуговуванню та ремонту пристроїв СЦБ. Всі металеві частини статурів, шаф, панелей, пультів та вимірювальні прилади повинні бути заземлені [9, 15-18].

Усі інструменти та пристосування, що використовуються в роботі, повинні бути перевірені, випробувані у встановлені нормативами терміни.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмоведучих частинах чи поблизу них необхідно:

- перевірити цілісність і надійність кріплення провідника, що заземлює електроустановку;

- обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмоведучі частини, що перебувають під напругою, до яких можливий випадковий дотик;

- працювати стоячи на діелектричному килимі;

- застосовувати інструмент з ізольованими рукоятками (у викруток, крім того, повинен бути ізольований стержень), у разі відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавицями.

При виконанні робіт біля необгороджених струмоведучих частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини знаходилися позаду чи з двох боків від працюючого.

Під час зняття і встановлення запобіжників під напругою необхідно користуватися діелектричними рукавицями, а при наявності відкритих плавких вставок – захисними окулярами.

При виконанні паяльних робіт паяльник повинен бути укладений на спеціальну підставку. Забороняється перевіряти нагрів паяльника, торкаючись його рукою і залишати увімкнений паяльник без нагляду.

Вимоги безпеки при знаходженні на залізничних коліях[24].

Знаходячись на залізничних коліях перегону або станції під час роботи і

при проході до місця роботи необхідно дотримуватися особливої обережності.

На перегонах слід проходити уздовж колій за кюветом і тільки при крайній необхідності можна проходити збоку колій по узбіччю не ближче 2 м від крайньої рейки. При необхідності проходу по колії на двохколійних лініях слід рухатися назустріч правильному напрямку руху поїздів, оглядаючись час від часу і контролюючи цим можливе наближення поїзда також і по невірному напрямку [3-9].

При проході уздовж колій на станціях потрібно іти по широкому міжколійї або по узбіччю земляного полотна і при цьому уважно стежити за пересуванням рухомого складу на суміжних коліях; крім того, потрібно дивитися і під ноги, тому що на міжколійї можуть бути граничні стовпчики, канави та інші перешкоди.

Ходити по шпалах між рейками допускається лише при крайній необхідності, коли прохід по узбіччю неможливий. У таких випадках слід бути особливо пильним, не відволікатися і не забувати про рух поїздів і маневрового складу. При наближенням поїзда, дрезини, вагонів, що рухаються тощо необхідно завчасно зійти з колії на узбіччя і знаходитися від колії, по якій проходить поїзд або провадяться маневрові пересування, на відстані не ближче 5м.

Переходити для пропуску поїзда на сусідню колію перегону і знаходитися на ній забороняється.

Особливу обережність і пильність при перебуванні на залізничних коліях слід додержуватися при поганій видимості, туманах, а також взимку, коли головні убори погіршують чутність сигналів і шуму від пересування рухомих складів, відчепів та локомотивів.

Переходити колії слід у встановлених місцях тільки під прямим кутом, попередньо переконавшись у тому, що на пересічних коліях немає рухомого складу, який наближається, особливо уважним треба бути при виході на колію позаду поїзда, який стоїть, біля стрілочних постів, платформ та інших

станційних споруджень, що погіршують видимість сусідніх із ними колій. При виході на колію із вагонів, стрілочних будок, казарм та інших приміщень також необхідно попередньо переконатися в безпеці виходу.

Забороняється переходити колії в межах стрілочних переводів і перехресть. Не можна переходити або перебігати колію перед рухомих складом, який наближається, або локомотивом. При переході колії за хвостом поїзда, який прослідував, слід переконатися, що вслід йому не йде штовхач або дрезина, а по сусідній колії немає зустрічного поїзда.

При переході через колії і роботах на стрілках не можна наступати на рейки, ставати між рамними рейками і гостряками.

Переходити колії, які зайняті рухомих складом, можна тільки через гальмуючі площадки вагонів, які стоять. Ні в якому разі не можна переходити колії, підлізаючи під вагони, а також протягувати під ними інструменти, прилади і матеріали. Забороняється перелазити через зчіпні пристрої вагонів і проходити між розщепленими вагонами, якщо відстань між ними менше 10 м. Обходити кінець поїзда, який стоїть, (складу, групи вагонів) слід на відстані не менше 5м. Перед тим, як перейти через гальмуючу площадку, необхідно переконатися в справності підніжок та поручнів і стежити за тим, щоб одяг не зачепився за частини вагонів під час переходу. При сході з площадки слід перевірити, чи немає поїзда, який іде по сусідній колії, або локомотива. Підхоплюватися на гальмуючі площадки або підніжки рухомого складу, який рухається, а також зіскакувати з вагонів, дрезин, локомотивів тощо під час руху забороняється.

При роботах на залізничних коліях необхідно знаходитися в сигнальних жилетах і стежити за тим, щоб одяг був щільно застебнутий, не мішав руху і не міг задіти за виступаючі частини рухомого складу.

Під час перерви в роботі, яка виконується на залізничних коліях, необхідно зійти на узбіччя на відстань не меншу 2 м від крайньої рейки. Сідати для відпочинку на рейки, шпали, електроприводи, дросель-трансформатори, колійні коробки, вагонні уповільнювачі та інші польові

пристрої забороняється. При оголошенні по мережі гучномовного оповіщення про майбутнє пересування рухомого складу в зонах роботи, а також незалежно від оголошення при наближенні до місця роботи рухомого складу працюючі зобов'язані: негайно припинити всі роботи; прибрати з місця роботи всі інструменти, матеріали і запасні частини в межі габариту; відійти в безпечне місце.

При всіх роботах на залізничних коліях забороняється: залишати на ніч і в перервах між роботами незакриті ями, котловани і траншеї на станційних коліях; класти інструмент на голівки рейок і порушувати габарит наближення будівель.

Відстань від зовнішньої грані голівки крайньої рейки до покладених матеріалів і вантажів при висоті до 1200 мм має бути не менше 2,0 м, а при більшій висоті - не менше 2,5 м.

Стояти і сидіти на матеріалах і устаткуванні, розміщених біля міжколійя і поблизу колій, під час проходу поїзда не слід.

Всі електромеханіки та електромонтери, що обслуговують пристрої СЦБ на перегонах, а також на коліях станцій, де обертаються швидкісні поїзди (поїзди, що слідуєть зі швидкістю більш 120 км. / год.), повинні мати годинники, знати і мати при собі розклад руху швидкісних поїздів у межах дільниць, які обслуговуються. Не пізніше ніж за 10 хвилин до проходу швидкісного поїзда роботи повинні бути припинені, а матеріали та інструмент прибрані на відстань не менше 2 м від найближчої рейки. Не пізніше ніж за 5 хвилин до проходу швидкісного поїзда необхідно відійти убік поля на відстань не менше 5м.

При виконанні робіт на колії, суміжній з тією, по якій має прослідувати швидкісний поїзд, роботи на ній повинні бути припинені завчасно з таким розрахунком, щоб за 5 хвилин до проходу поїзда на колії нікого не залишалось і щоб усі працюючі знаходилися на відстані не менше 5 м від колії, по якій має прослідувати швидкісний поїзд.

Роботи на мостах незалежно від їхньої довжини слід закінчити завчасно,

щоб встигнути зійти з мосту і, крім того, зійти з колії за 5 хвилин до проходу швидкісного поїзда.

Вимоги безпеки після закінчення робіт [5-7, 15-18].

По закінченні роботи необхідно прибрати робоче місце, інструмент, матеріали і прилади. При необхідності відключити електроінструмент від мережі шляхом роз'єднання штепсельного з'єднання.

Засоби індивідуального захисту скласти у відведене для них місце.

Повертатись на пост ЕЦ дотримуючись правил охорони праці при знаходженні на залізничних коліях і поблизу них.

При поверненні з місця роботи поїздом чи локомотивом, сідати в поїзд (локомотив) і виходити з нього тільки після повної зупинки .

Прибувши на пост ЕЦ доповісти старшому електромеханіку чи особі, яка його заміщає, про виконання роботи.

При усуненні пошкодження в неробочий час – доповісти змінному інженеру дистанції і черговому по станції.

Зняти спецодяг, очистити від пилу, скласти у відведене для нього місце; помити руки, обличчя з милом; при можливості прийняти душ [Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на Залізницях України" ЦШ – 0030].

## ВИСНОВКИ

Проаналізовано методи діагностування й види несправностей двигунів стрілочних приводів.

Виконано розрахунок електромеханічних характеристик стрілочного електродвигуна постійного струму МСП-0,25 за результатами вимірів його параметрів й побудова електромеханічні характеристики.

Було розроблено лабораторний стенд для діагностування стрілочного електроприводу. У розділі розглядались основні вузли та механізми приводу СП, двохпровідна схема управління стрілкою, розраховані електромеханічні характеристики приводу.

В розділі охорона праці проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори при роботі в електричних установках, організаційні та технічні заходи для безпечного виконання робіт, дія електричного струму на організм людини та надання першої медичної допомоги при ураженні електричним струмом.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Классификация и каталог дефектов и поврежденных элементов электрических переводов железных дорог Украины. – Днепропетровск: Арт-Прес, 2000. – 148 с.
2. Панкратов А.И., Ивченков Н.В. К вопросу усовершенствования систем диагностики машин постоянного тока. //Вестник трудов Кременчугского государственного политехнического университета: Научные труды КГПУ. - Кременчуг: КГПУ, 2006 выпуск 3/2006 (38), часть 2. - С. 83-87.
3. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ): ЦШЕОТ/0012: Затв. Гол. упр. зв'язку, енергетики та обчислювальної техніки М-ва транспорту України 05.10.1998. – Київ, 1998. – 72 с.
4. Правила улаштування електроустановок: вид. 3-те, перероб. і доп. – Мінпаливенерго України, 2010. – 736 с.
5. Правила технічної експлуатації залізниць України: наказ № 258 від 25.07.2006, зареєстр. в Мін-ві Юстиції України від 25.10.2006 р. від № 1143/13017 . – Мінпаливенерго України, 2006.
6. ЦШ - 0042: Пристроїв сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. Наказ № 347-ЦЗ від 26.04.2006. – Міністерство транспорту: Київ – 2006.
7. ЦШ - 0060: Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування. Наказ № 090-ЦЗ від 07.10.2009. – Міністерство транспорту: Київ – 2009.
8. Резников Ю. М. Электроприводы ж.д. а. и т. – М.: Транспорт, 1985.
9. Сибаров Ю. А. Безопасность жизнедеятельности: научное пособие для вузов / Ю. А. Сибаров. - М.: Транспорт, 1987. – 379 с.
10. Назаров Ф.А. К вопросу оптимизации обслуживания устройств электрической централизации / Назаров Ф.А., Смоляницкий Ю.А., Шумако В.М. //Ташкент Тр. ТашИИТ. – 1973. – № 91. – С. 9-15.

11. Каменев А. И., Балугев Н. Н., Адашкин В.М. Безопасность движения поездов и надежность технических средств // Автоматика, связь, информатика. – 2003. – № 6. – С. 5 - 8.
12. Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы. Киев: Техника, 1981. – 247 с.
13. Граф Р.Ф., Шиитс В. Энциклопедия электронных схем. Том 7. Часть 2: Пер. с англ. – М.: ДМК, 2000. – 416 с.
14. Самборський В.В., Мишишин В.В., Синявський А.А. Діагностування стрілочних електродвигунів постійного струму типу МСП// Тезиси 73-ої студентської науково-технічної конференції "Інформаційно-управляючі технології і системи на залізничному транспорті" - Д.: ДІІТ, 2013.–С. 102 –103.
15. ДСТУ 2293:2014, Державний стандарт України. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять, 2014
16. НПАОП 40.1-1.01-97 // Правила безпечної експлуатації електроустановок.
17. НПАОП 40.1-1.07-01 // Правила експлуатації електрозахисних засобів.
18. НПАОП 40.1-1.07-01 // Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України.
19. Сердюк К. М., Модліцький В. О., Семененко Л. О., Сіданченко В. М., Роздорожний В.В. Виявлення електромагнітних завад та завад в тяговому струмі // Всеукраїнська конференція студентів та молодих вчених 2020 р. «ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ» [електронний ресурс]: збірник тез доповідей в рамках 80-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту» 23-27 березня 2020 р. – Дніпро: Дніпровський нац. ун-т залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2020. – 59-60 с. – URL: [http://ndch.diit.edu.ua/upload/Abstracts ICTS\\_on\\_RT\\_2020.pdf](http://ndch.diit.edu.ua/upload/Abstracts ICTS_on_RT_2020.pdf)

20. Масленников Е. В., Горб П. Е., Дорохін Б. П., Кондратенко О.С.. Стрілочні привода швидкісних залізничних магістралей // Тези 76-ої Всеукраїнської конференції студентів та молодих вчених 2015 р. «Інформаційно-управляючі технології і системи на залізничному транспорті» – Д.:ДИИТ, 2015.–С. 114-115.

21. Дорохін, Б. П. Впровадження нових типів двигунів стрілочних електроприводів [Текст] / Б. П. Дорохін, Т. М. Сердюк // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2013. – Ном. 6. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2013. – С. 71–84.

22. Сердюк Т. Н. Мониторинг и эксплуатационная диагностика двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением [Текст] / Т. Н. Сердюк // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2016. – № 4(49). – Харків: Вид-во Харк. нац. Ун-т Повітр. Сил ім. І. Кожедуба, 2016. – С. 134 –141.

23. M. Tryputen, V. Kuznetsov, T. Serdiuk, A. Kuznetsova, M. Tryputen and M. Babyak. One Approach to Quasi-Optimal Control of Direct Current Motor. Proc. of the 2019 IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD) (22-24 Oct. 2019, Kiev, Ukraine). – IEEE Ukraine Section SP/AES Societies Joint Chapter. National Aviation University, Kiev, Ukraine. – P. 190-193.

24. Масленников, Є. В. Стрілочні привода швидкісних залізничних магістралей [Текст] /Є. В. Масленников, П. Е. Горб, Т. Н. Сердюк, О. В. Іванов // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2013. – Ном. 5. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2013. – С. 63–82.

25. Tetiana Serdiuk. Research of Interference in the Operational Current of DC Motors of Railway Switch Points. 2021 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC), Date of Conference: 27-30 Sept. 2021. INSPEC Accession Number: 21464544. DOI: 10.1109/APEMC49932.2021.9596644. Publisher: IEEE. Conference Location: Nusa Dua - Bali, Indonesia