

В. В. МАЛОВІЧКО, В. І. ГАВРИЛЮК (ДІПТ)

## АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Проведено аналіз основних відмов стрілочних двигунів постійного струму з послідовним збудженням, запропоновано автоматизований пристрій для виявлення відмов електричних двигунів по кривих споживання струму в умовах експлуатації на залізничних станціях без перерви в роботі стрілок.

Проведен анализ основных отказов стрелочных двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, предложено автоматизированное устройство для обнаружения отказов электрических двигателей по кривым потребляемого тока в условиях эксплуатации на железнодорожных станциях без перерыва в работе стрелок.

The analysis of the basic defects of the railway direct current switches with consecutive excitation have been provided, the automated device for detection of electric motors defects by a consumed current curves analyses under operating conditions at railway stations without interruption in work of switches has been proposed.

**Вступ.** Для забезпечення надійної роботи систем регулювання рухом поїздів нормативними документами передбачено проведення періодичного контролю параметрів апаратури залізничної автоматики як безпосередньо під час експлуатації, так і в ремонтно-технологічній дільниці (РТД) дистанції сигналізації та зв'язку [1]. Недоліком існуючої технології контролю є необхідність значних затрат ручної праці, часу та проблематичність своєчасного виявлення та попередження можливих відмов пристроїв. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування пристроїв залізничної автоматики. Одною з основних задач при розробці таких систем є побудова тестів та алгоритмів діагностування, які дозволили б з високою достовірністю провести контроль технічного стану пристроїв залізничної автоматики, а при виявленні дефекту локалізувати його з заданою точністю. В роботі [2] авторами на основі аналізу статистичних даних визначено фактори, що є важливими для розробки раціональних алгоритмів діагностування колійних пристроїв електричної централізації (ЕЦ) [3], а саме частоту їх відмов, ступінь впливу відмов на затримку поїздів, час, необхідний на усунення дефекту, економічні втрати та інше. Діагностування систем проводиться за певними діагностичними признаками. Правильність їх вибору є основою розробки якісних тестів.

Метою даної роботи є розробка автоматизованого пристрою для контролю основних параметрів стрілочного електроприводу, що дозволяє проводити виміри без виключення стрілок з поїзної та маневрової роботи.

**Аналітичний огляд.** Більшість стрілочних приводів, які експлуатуються в даний час на залізницях України, приводяться в дію за до-

помогою електродвигунів постійного струму з послідовним збудженням якоря.

Серед можливих відмов електродвигунів найхарактернішими є наступні: відпай пластин колекторів, обрив секції, поганий контакт в щітках, обрив обмоток, міжвиткове коротке замикання, коротке замикання в обмотці статора [2].

Основними причини порушення роботи щіток і колектора є наступні:

- колектор забруднюється вугільним пилом від щіток і, якщо вчасно його не очистити, виникає іскріння між щітками і колектором, яке їх поступово руйнує;

- ізоляція колектора знижується за рахунок вологи і вугільного пилу, або підгорає через неякісну проточку якоря;

- погане натиснення щіток на пластини; зсув щітки щодо нейтралі і затискання щіткотримача гайкою за рахунок невідповідності розміру втулки щіткотримача;

- замикання на колекторі через з'єднання виводів внаслідок недбалого паяння вивідних кінців секцій обмоток до пластин колекторів або металевих задирок, що утворилися в процесі обточування колектора [3; 4].

Іноді при роботі двигуна спостерігається перегрів підшипників. Таке явище частіше за все викликано механічним руйнуванням підшипника, підвищеним тертям між сальником і валом або відсутністю осьового люфта. Перегрів електродвигуна у зв'язку з короткочасним повторним характером роботи двигуна можливий тільки при короткому замиканні пластин колектора або секцій якоря [5].

**Перевірка стрілочних двигунів при періодичних оглядах.** При періодичних оглядах стрілочних електроприводів [1] електро-механік СЦБ повинен виконати наступні дії по

перевірці стрілочних двигунів постійного струму з послідовним збудженням.

Огляд колектора й щіткотримачів двигуна. Провертаючи колектор, проводиться очищення його чистою тканиною, змоченої бензином. Після чищення необхідно оглянути поверхню колектора. Колекторні пластини не повинні підніматися одна над іншою і не мати раковин від підгоряння, між пластинами мають проглядатися проточки на глибину 1 мм. При прокручуванні колектора необхідно стежити, щоб не розмикалися контрольні контакти автоперемикача. Перевірити щіткотримач і щільність притиснення вугільних щіток до колекторних пластин, очистити щіткотримач від вугільного пилу. Особливу увагу варто звернути на облягання колектора всією поверхнею щіток, відсутність перекосу щіток і надмірного їхнього зношування. Вимірювальним приладом має бути перевірено відсутність обриву секцій якоря, для чого при виключеному курбельному контакті підключити прилад до щіток і повільно повернути якір на повний оборот. При справному стані секцій омметр покаже опір якоря, значення якого наведені в технічній карті № 17, табл. 1 у випадку обриву прилад покаже значення опору, в 2 рази більше, або нескінченність.

Перевірка струму, споживаного електродвигуном при нормальному переведенні стрілки й роботі електродвигуна на фрикцію. Дану роботу, як правило, об'єднують із перевіркою стрілки на щільність прилягання вістряків. Виконується перевірка електромонтером або електромеханіком. Електромеханік, погодивши роботу із ДСП, відкриває електропривід, підключає амперметр до курбельних контактів і робить запит до ДСП про переведення кількох разів названої стрілки. Електромонтер закладає шаблон між вістряком і рамною рейкою. Електромеханік під час роботи двигуна на фрикцію вимірює амперметром струм при переведенні стрілки в плюсове «+» та мінусове «-» положення і записує ці значення на окремий лист. Шкала амперметра повинна дозволити визначити значення струму з точністю до  $10^{-1}$  А. Визначивши струм електродвигуна при роботі на фрикцію, вимірюють струм нормального переведення. Значення струму визначається по максимальному відхиленню стрілки амперметра. Отримані значення струмів необхідно порівняти з нормативним значенням, що зазначено в журналі технічної перевірки форми ШУ – 64. Крім того значення струмів електродвигуна при роботі на фрикцію при переведенні стрілки в «+» і «-» положення не повинні перевищувати на 10 % від середнього арифметичного значення обох струмів.

Якщо при нормальному струмі фрикції стрілка погано переводиться, то це означає, що в стрілочному переводі є дефекти конструкції, або утримання його не проводиться належним чином й потрібно його ретельна перевірка. У випадках коли амперметр, установлений на пульті-табло, забезпечує необхідну точність, дозволяється перевіряти струм без підключення амперметра в приводі.

Вимір напруги на електродвигуні при роботі на фрикцію. Один раз у рік електромеханік разом з електромонтером вимірює напругу на електродвигуні при роботі на фрикцію. Вимір проводиться, як правило, при перевірці стрілок на щільність прилягання вістряка. Електромонтер закладає шаблон між вістряком і рамною рейкою, електромеханік вимірює напругу, а ДСП переводить стрілку. Вимірювальний прилад підключають до початку переведення стрілки до середнього й крайнього виводів (робочі для даного напрямку руху). При зворотному переведенні напругу вимірюють на інших робочих виводах. Напруга на електродвигуні при роботі приводу на фрикцію не повинна бути нижче номінальної.

Для визначення справності електродвигуна необхідно перевірити опір ізоляції обмоток електродвигуна відносно корпусу, опір обмоток збудження, якоря, стан колектора й щіткового вузла.

Опір ізоляції обмоток електродвигуна з монтажем відносно корпусу вимірюють мегаомметром напругою 500 В. Вивід приладу «Земля» підключають до корпусу, а вивід «Лінія» – до однієї з вивідних клем електродвигуна. Ізоляція обмоток електродвигуна, що перебуває в експлуатації, з монтажем повинна бути не менш 5 Мом. Опір ізоляції знову встановлюваного електродвигуна повинна бути не менше 100 МОм.

Опір обмотки збудження перевіряється приладом на шкалі виміру опору. Перед виміром монтаж з контактного гвинта електродвигуна знімають. Один з виводів приладу підключають до крайньої вивідної клеми електродвигуна, а інший – до лівої щітки колектора. Опір другої обмотки збудження вимірюють аналогічно. Опір обмотки якоря вимірюють підключенням приладу до щіток електродвигуна при замкнутому курбельному контакті. Для перевірки цілісності кожної пайки колектора потрібно повільно повернути якір на повний оберт. У справному стані обмотки, омметр буде показувати опір якоря. У випадках збудження колектора прилад покаже завищений опір, а при міжвиткових замиканнях – занижене.

У зборі з щітками якір електродвигуна утворює два паралельні ланцюги, кожен з яких складається з 12 секцій якоря, з'єднаних послідовно через колекторні пластини [6]. У випадку обриву секції в одному з паралельних ланцюгів якоря

прилад покаже значення опору, в 2 рази більше, тому що в цьому випадку ланцюг буде проходити тільки через один з паралельних ланцюгів. При обриві двох і більше секцій, прилад покаже в одному з положень якоря нескінченність (обрив). Колектор і щітковий вузол перевіряється візуально. Крім того, необхідно перевіряти ступінь іскріння під краєм щітки і її зношування. Зношування щіток допускається до 40 %. Іскріння на колекторі електродвигуна типу МСП не повинне бути вище другого ступеня. Несправні електродвигуни ремонтуються в РТУ дистанції. Відремонтовані електродвигуни повинні мати оцінку РТУ про перевірку. Після заміни електродвигуна обов'язково перевірити струм при номінальному переведенні стрілки й роботі електродвигуна на фрикцію. Заміну електродвигунів реєструють в спеціально виділеному для цієї мети журналі, що зберігається в електромеханіка. Перед заміною електродвигуна перевіряється відповідність робочої напруги номінальному зазначеному на паспортній бірці, легкість обертання якоря й наявність поздовжнього люфта.

Всі ці виміри потребують значних затрат часу з боку працівників служби Ш, а також тимчасового вилучення стрілки з роботи, так як всі перевірки виконуються при відкритому стрілочному приводі і вимкненому курбельному контакті, або потребують контрольних переводів стрілки. Тому актуально створити систему автоматичної перевірки стану стрілочних двигунів.

**Метод вимірювання кривої споживання струму в автоматичному режимі.** Для діагностики двигунів СП з використанням датчиків, необхідно в стрілочному переводі встановити датчики, які контролюватимуть стан стрілочного двигуна. Також необхідні додаткові жили кабелю для передачі інформації від датчиків на вирішальні пристрої. Це пов'язано з великими додатковими капіталовкладеннями. Запропонована система діагностики стрілочного електродвигуна не потребує додаткових датчиків і працює без перешкод для нормального функціонування ЕЦ. Винести рішення про справність і працездатність двигуна ми можемо по кривій споживання струму. Для реєстрації споживаного струму, необхідно створити наступну підсистему діагностики (рисунок). В робочий коло СП в дроти Л1 і Л2 встановлюємо резистор з невеликим опором  $R_1$  (1–2 Ом). Значення опору взято за умови, що воно має бути меншим, ніж опір двигуна у момент пуску (декілька Ом). Напруга на резисторі  $R_1$  пропорційна струму стрілочного двигуна. Сигнал з резистора подається на пристрій узгодження (УС1). Пристрій узгодження є дільником напруги, де вхідний сигнал перетворюється до рівня, який можна подавати на вхід АЦП. Резистори  $R_1$  і блоки УС1

встановлюються окремо для кожної стрілки і розміщуються в релейній кімнаті поста ЕЦ.

Пристрій для контролю стану стрілкового переводу містить резистори  $R_1, \dots, R_{n-1}, R_n$ , котрі ввімкнені в робочі ланцюги живлення стрілкових приводів станції, приєднаних до входів перетворювачів (дільників напруги), виходи котрих підключені до входів блоків гальванічної розв'язки котрі в свою чергу передають сигнал на вхід мультиплектора. Вихід мультиплектора підключений на вхід аналогово-цифрового перетворювача (АЦП), а з виходу АЦП подається на регістр вихід якого підключений до входу мікропроцесора, котрий в свою чергу зв'язаний з портом електронно обчислювальної машини. Датчики реєстрації переводу стрілки підключені до ланцюгів керування стрілковими переводами в пульті – табло і їх виходи підключені до блоку узгодження рівнів сигналів, виходи котрого підключені до блоку реєстрації початку переведення стрілок, котрий своїми виходами підключений до мультиплектора, вихід якого підключається на вхідний порт МК. Виходи МК підключені на керуючі входи мультиплекторів, а виходи ПК підключені до лінії диспетчерського контролю, та на блок відображення інформації.

Принцип функціонування пристрою діагностики стрілочних переводів. При переключенні ДСП стрілкового комутатора і подачі команди на перевод стрілки датчик переводу стрілки підключений до ланцюга керування стрілковими переводами реєструє команду на переведення даної стрілки. Його вихід підключений до блоку узгодження рівнів сигналів у якому автоматично і відбувається гальванічна розв'язка, і з виходу якого сигнал подається до блоку реєстрації початку переводу стрілок. Мікроконтролер із заданою періодичністю підключає вихід блоку реєстрації на вхід мультиплектора, и циклічно перевіряє наявність сигналу на всіх його входах. Визначивши на якому саме вході мультиплектора є сигнал мікроконтролер визначає номер стрілки яка буде зараз переводитись і відповідно подає сигнал на другий мультиплектор, який підключає на вхід АЦП саме той свій вхід котрий зв'язаний з стрілкою яка переводиться. Вся ця процедура відбувається за дуже малий проміжок часу і мікроконтролер встигає настроїтися на прийом сигналу від АЦП за час, який проходить між включенням реле НПС та реле ППР схеми керування стрілкою. Момент коли спрацьовує ППР вже записується в мікроконтролер. Після спрацьовування ППР по резистору  $R$  починає протікати робочий струм, котрий проходить через перетворювач попадає до блоку гальванічної розв'язки далі через відкритий мультиплектор проходить на аналого-цифровий перетворювач, в якому оцифровується і в цифровій формі передається на регістр-замикач з якого циклічно



зчитується мікроконтролером. При використанні сучасних блоків АЦП, схема спроститься, так як не потрібний блок гальванічної розв'язки (в АЦП є своя гальванічна розв'язка). Оцифрована форма кривої споживання струму електродвигуном стрілочного переводу записується в пам'ять мікроконтролера і потім передається в персональний

комп'ютер. В персональному комп'ютері крива струму порівнюється з ідеальною кривою і по результатах цього порівняння виносяться рішення про стан стрілкового переводу. Криві зберігаються в масиві на протязі певної кількості циклів, що дає нам змогу бачити розвиток поступових відмов та прогнозувати час виходу із ладу.

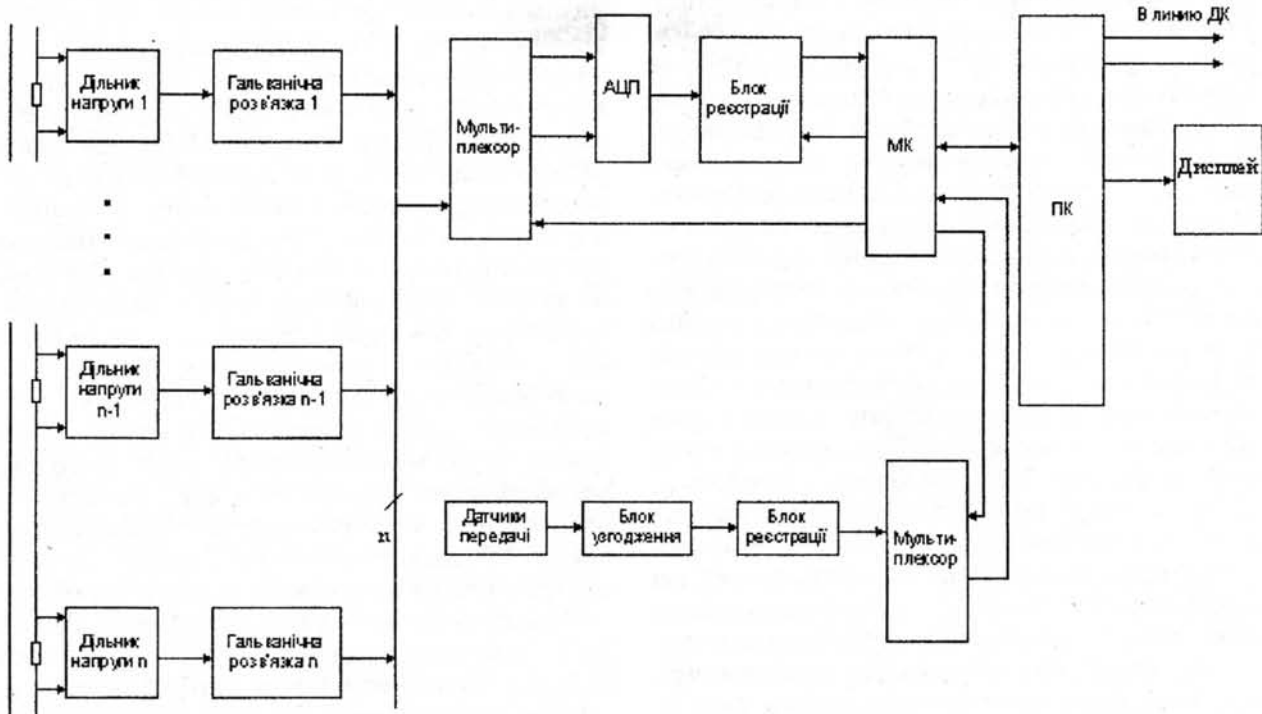


Рис. Підсистема діагностування та контролю стрілочних двигунів постійного струму з послідовним збудженням

В зв'язку з тим що стрілки електричної централізацією переводяться з різною періодичністю (від десятки разів на день до декілька разів на тиждень), а контролювати необхідно всі стрілки включені в централізацію, то ПК настраює в мікроконтролері пріоритети зчитування інформації. Для цього в МК настраюються переривання так, що при переводі декількох стрілок контролер записує криву споживання струму від тієї стрілки, яка перевірялась найдавніше.

Якщо діагностика стрілочних електродвигунів є однією з підсистем загальної діагностики ЕЦ станції, і на станції обладнано робоче місце електромеханіка на базі персонального комп'ютера, то функції мікроконтролера виконує процесор ЕОМ. В цьому випадку пристроєм відображення є дисплей, що дає нам ряд переваг.

**Висновки.** В роботі проведено аналіз технічних перевірок стрілочних електричних приводів, що має обов'язково виконуватися під час періодичного огляду пристроїв залізничної автоматики на станції. На основі проведеного аналізу запропоновано структурну схему автоматизованого пристрою контролю основних параметрів стрілочного електроприводу, що

дозволяє проводити виміри без виключення стрілок з централізації.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ЦШЕОТ 0012, Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокуваннях – К.: Укрзалізниця, 1998. – 72 с.
2. Дмитренко И. Е. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / В. В. Сапожников, Д. В. Дьяков – М.: Транспорт, 1994. – 263 с.
3. Перникис Б. Д. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ. / Р. Ш. Ягудин – М.: Транспорт, 1984. – 224 с.
4. Ягудин Р. Ш. Надежность устройств железнодорожной автоматики и телемеханики – М.: Транспорт, 1989. – 159с
5. Резников Ю. М. Электроприводы ж.д. А и Т – М.: Транспорт, 1985.
6. Безрученко В. Н. Электрические машины/ 2-е изд., перераб. и доп. А. С. Хотян – К.: Вища шк., 1987. – 215 с.

Надійшла до редколегії 01. 03. 2007.