

В. В. МАЛОВІЧКО, В. І. ГАВРИЛЮК (ДІП),  
М. І. РЕШЕТНЯК (Придніпровська залізниця)

## **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ СТРІЛОЧНИХ ДВИГУНІВ ПО КРИВІЙ СПОЖИВАННЯ СТРУМУ В РЕМОНТНО-ТЕХНІЧНИХ ДІЛЬНИЦЯХ**

Проведено аналіз існуючої методики перевірки в ремонтно-технічних дільницях стрілочних двигунів постійного струму з послідовним збудженням, запропоновано автоматизований пристрій для виявлення відмов електричних двигунів по кривих споживання струму в умовах ремонтно-технічної дільниці при періодичному огляді.

Проведен анализ существующей методики проверки в ремонтно-технических участках стрелочных двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, предложено автоматизированное устройство для выявления отказов в электрических двигателях по кривым потребления тока в условиях ремонтно-технических участков при периодическом осмотре.

The analysis of existing method of verification of pointer engines of direct current with the successive excitation in the repair-technical areas has been conducted, the automated device for the exposure of refusals in the electric engines on the curves of consumption of current in the conditions of repair-technical areas at the periodic examination has been offered.

### **Вступ**

Для забезпечення надійної роботи стрілочних переводів в умовах експлуатації на станції, нормативними документами передбачено перевірку стрілочних електродвигунів в ремонтно-технологічній дільниці (РТД) дистанції сигналізації та зв'язку [1]. Недоліком такої технології є необхідність значних затрат ручної праці, відсутність можливості визначення стану електродвигуна в умовах експлуатації і як наслідок заміна для перевірки повністю справних двигунів. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування пристроїв залізничної автоматики на станції, та використання такої апаратури для перевірки двигунів в РТД. Однією з основних задач при розробці технології визначення стану двигуна в РТД є необхідність створення стенду для перевірки двигунів, який дозволить би з високою достовірністю провести контроль технічного стану двигуна, а при виявленні дефекту локалізувати його з заданою точністю. В роботі [2] авторами запропонована підсистема діагностування та контролю стрілочних двигунів постійного струму в умовах експлуатації на станції.

Метою даної роботи є розробка автоматизованого пристрою для контролю стану електродвигуна в ремонтно-технологічній дільниці при плановій перевірці, який дозволить значно скоротити час перевірки та ремонт двигунів.

### **Методика вимірювання**

**Методика визначення відмов двигунів в РТД.** Найбільш часто в двигунах постійного струму з послідовним з'єднанням з'являються такі відмови як коротке замикання та обриви в якорі або обмотках збудження, іскріння або круговий вогонь на колекторі, ізоляція між обмотками та корпусом нижче норми. В пунктах перевірки двигунів ці відмови визначаються наступним чином [3]. Після розбирання електродвигуна мегаомметром вимірюють опір ізоляції обмоток збудження і якоря відносно корпусу електродвигуна. Один вивід мегаомметра з клемою «земля» під'єднують до корпусу електродвигуна, а інший до одного з трьох виводів обмоток статора. Результати вимірів заносять в журнал ремонту. Якщо загальний опір ізоляції обмоток збудження і якоря електродвигуна буде менший установленної норми, то після вилучення якоря додатково проводять тіж вимірювання окремо для обмоток статора та для якоря.

Перевірку стрілочних двигунів в ремонтно-технологічній дільниці проводить електромеханік не рідше ніж один раз на три роки.

При використанні в пункті перевірки двигунів методики визначення стану електродвигуна по кривій споживання струму, немає необхідності проводити такі вимірювання. Є можливість визначити всі вище перелічені несправності по кривій споживання струму [2]. Тільки

для перевірки опору двигуна відносно корпусу, необхідно додати до запропонованої системи пристрій для визначення опору, та підключити його до вільного порту ЕОМ. Такі пристрої є типовими і використовуються у всіх сучасних електронних вимірювальних приладах.

**Виявлення і усунення несправностей в обмотках збудження і якоря.** До відмов які найбільш часто зустрічаються в обмотках відносяться: замикання між витками або секціями, неякісна пайка з'єднань, пониження опору ізоляції обмоток по відношенню до корпусу електродвигуна, обрив провідників. Для виявлення несправностей вимірюють величину омичного опору обмоток. При цьому навіть незначне відхилення омичного опору обмоток від норми, вказує на несправності. Перед початком вимірювання колекторні пластини очищають від слідів окислення. Для зачистки використовують мілкозернисту шліфувальну шкурку.

Для зручності вимірювань використовують спеціальний пристрій, де на двох середніх стійках розміщують якір, а на двох крайніх стійках закріплюють типові щіткотримачі так, що при опусканні щіток на колектор вони попадають на дві сусідні колекторні пластини. Через виводи до щіток підключають омметр. Відмітивши на колекторі початок перевірки, вручну повільно обертають якір навколо своєї осі, роблячи виміри на кожній колекторній пластині. Омметр повинен показувати постійну величину опору кожної секції якоря. Для більш точного вимірювання обмоток двигунів, котрі мають малий опір (менше 1 Ом), замість омметра використовують міст постійного струму.

Для визначення міжвиткових замикань в обмотці якоря, можна використовувати метод, оснований на створенні магнітного потоку в короткозамкнутих витках. Для цього якір розміщують на стойках пристрою для вимірювання опору і під ним встановлюють реактор. Відстань між якорем і реактором повинна бути мінімальною, забезпечуючи вільне обертання якоря навколо своєї осі.

При подачі змінного струму в обмотку реактора магнітний потік який при цьому з'являється буде проходити через якір і при наявності замикань між витками обмотки, виникне струм в замкнутій секції обмотки якоря [4]. Виникнення струму визначають по притяганню до пазу якоря, де лежить несправна секція, тонкої сталюї пластинки, розміром  $100 \times 10 \times 0,5$  мм. Якір повертають навколо своєї осі на 1-2 паза, а сталюї пластину кожний раз переміщують над якорем на відстані 1-2 мм від його поверхні.

Щоб переконатися в відсутності обриву в місцях підпайки виводів обмоток до колекторних пластин, знімають в місцях пайки бандаж і омметром перевіряють якість пайки. Величина опору пайки повинна дорівнювати нулю. Дефект усувають розпайкою кінця колекторної пластини, зачисткою його і провідника та повторною запайкою. Після усунення дефекту повторно перевіряють опір пайки.

При використанні системи контролю та діагностування по кривих споживання струму електродвигуном, для проведення перевірки стану обмоток збудження та секцій якоря немає потреби навіть розбирати двигун, достатньо лише ввімкнути його на декілька секунд і зняти криву струму. При цьому треба враховувати необхідність запуску електродвигуна з навантаженням, так як при роботі в режимі холостого ходу двигун може вийти з ладу. В якості навантаження можна використовувати заблокований стрілочний редуктор, а величину навантаження регулювати за допомогою фрикційної муфти.

**Контрольні перевірки електродвигунів.** При контрольних випробовуваннях проводять: вимірювання опору ізоляції обмоток збудження і якоря відносно корпусу; випробовування електродвигуна при підвищеній швидкості обертання якоря; перевірку номінальних даних і якості комутації.

Опір ізоляції обмоток збудження і якоря відносно корпусу проводять мегаомметром на 500 В. Опір повинен бути не меншим 100 МОм. Результати вимірювання заносять в журнал ремонту двигунів. Для контрольних випробовувань електродвигунів використовують вимірювальні стенди, які виготовляють в дистанціях сигналізації і зв'язку. Ці стенди працюють наступним чином. Електродвигун, що перевіряється, штепсельними колодкам під'єднується до стенду. Універсальними перемикачами до двигуна підключається випрямлювач, опір якого відповідає даному типу електродвигуна. При перевірці на завищену частоту обертання двигуна, яка дозволяє перевірити якість бандажів і кріплень обмоток, підвищують частоту обертання на 1,5 % в обидва боки на 2 хв. при холостому ході. Підвищення кількості обертів досягається плавним регулюванням напруги яка подається від автотрансформатора ЛАТР. Перевірку номінальних даних електродвигуна проводять таким чином. Двигун, який перевіряють поєднують еластичною муфтою з іншим двигуном, який працює в режимі генератора. Обидва двигуни закріплюють на спеціальній рамі, і на двигун який перевіряють подають номінальну напругу. Реоста-

том встановлюють номінальний струм, а тахометром визначають частоту обертання. Різниця частоти обертання в обидва боки не повинна перевищувати 10 % від середнього арифметичного обох швидкостей обертання. Причиною різниці частоти обертання може бути зміщення щіток з нейтралі. Якість ко-

мутації визначають при перевірці номінальних даних. Причиною сильного іскріння щіток може бути погане їх притирання до колектора, неправильне встановлення щіткотримача, слабе або сильне прилягання щіток до колектора.

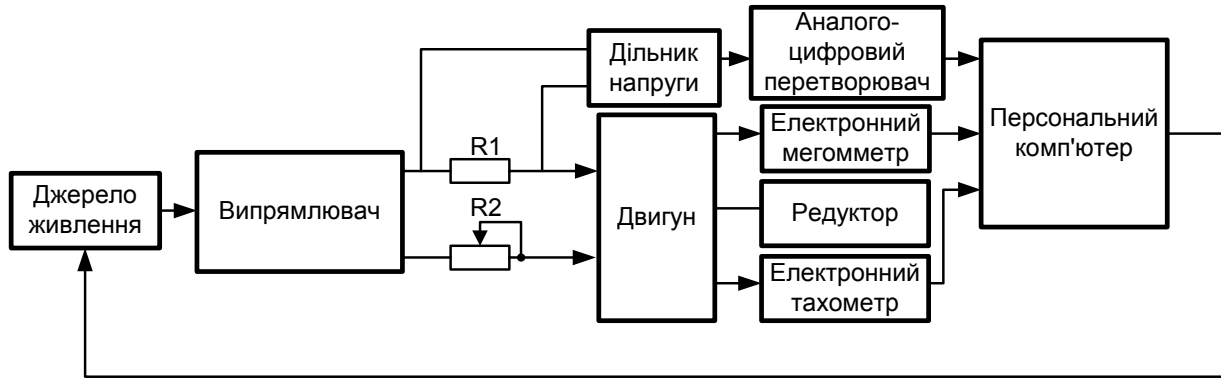


Рис. 1. Структура стенду для перевірки двигунів постійного струму в РТД

При використанні системи перевірки двигунів по кривим споживання струму, ми бачимо що повністю замінити такою системою стенд для контрольних вимірювань ми не можемо, без деякої модернізації даної системи.

**Структура та принцип роботи пристрою для перевірки електродвигунів в РТД.** Для створення пристрою контролю та діагностування стану стрілочних двигунів в приміщеннях ремонтно-технічних дільниць, необхідно створити стенд, структура якого приведена на рис. 1.

Розроблений авторами стенд для перевірки двигунів працює наступним чином. Після встановлення двигуна, підключення до нього живлення від випрямлювача та з'єднання валу з редуктором, фрикційна муфта, якою навантажується двигун, комп'ютер запускає програму перевірки. При цьому програма перевірки для двигунів з різною потужністю різна. По команді з комп'ютера від джерела живлення через випрямляч на двигун подається номінальна напруга і двигун починає працювати. Крива споживання струму записується в комп'ютер за таким самим принципом як і при контролі та діагностуванні стрілок на станції. Крім цього за допомогою блоку електронного тахометра визначається частота обертання якоря двигуна. Виміри проводяться при переведенні двигуна в один і другий бік. Після закінчення цих вимірів та зупинки двигуна за допомогою електронного мегомметра визначається опір ізоляції двигуна відносно корпусу. При перевірці на завищену частоту обертання двигуна, яка дозволяє пере-

вірити якість бандажів і кріплень обмоток, комп'ютер підвищує частоту обертання на 1,5 % в обидва боки на 2 хв. Підвищення кількості обертів досягається плавним регулюванням напруги яка подається від автотрансформатора ЛАТР. Номінальний струм при цьому виставляється за допомогою R2. Ця перевірка проводиться вже при знятому навантаженні. Як стає зрозумілим із вищесказаного за допомогою такого стенду ми можемо за 1–2 хвилини зробити повну перевірку електродвигуна без діставання якоря і розбирання двигуна.

**Норми часу на ремонт і перевірку електродвигуна МСП.**

Час на перевірку та ремонт одного двигуна [3] визначається за формулою:

$$T = T_{оп} + T_{об} + T_{пз} + T_{тп} + T_{пвон} \quad (1)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час, який для даного типу двигуна дорівнює 121,65 хв;

$T_{об}$  – час обслуговування робочого місця, 1,094 хв;

$T_{пз}$  – підготовчо-заклучний час, 5,96 хв;

$T_{тп}$  – час виділений для технічних перерв;

$T_{пвон}$  – час перерв на відпочинок та для особистих потреб, 8,637 хв.

В цілому час перевірки одного двигуна складає 137,341 хв.

Як видно з приведених норм, основну частину часу складає саме оперативний час, складові частини якого наведені в табл. 1.

Складові частини оперативного часу для перевірки електродвигунів

№ п/п	Зміст роботи	Інструменти та вимірювальні прилади які використовуються для роботи	Оперативний час на елемент вимірювання, нормо-хвилин
1	Розкриття електродвигуна (знімання шестерні, передньої та задньої кришок)	Знімач, викрутка	2,60
2	Дістання якоря	–	1,00
3	Знімання підшипника з якоря	Знімач,	2,40
4	Очистка якоря і статора від пилу і бруду	Пензель, пілосос	3,80
5	Вимірювання опору ізоляції якоря і статора	Мегаомметр	2,20
6	Закріплення бирки з номером даного електродвигуна	–	1,0
7	Установка якоря в сушильну шафу	–	1,0
8	Розбирання і чистка щіткотримача	Викрутка, торцеві ключі	8,40
9	Збирання щіткотримача	Клемні ключі	7,40
10	Знімання двох катушок	Викрутка	1,40
11	Чистка катушок і двигуна зсередини	Пензель, пілосос	3,25
12	Установка катушок на місце	Викрутка	1,20
13	Установка передньої кришки статора	Викрутка	2,20
14	Очищення якоря від лаку	Металевий шкребок	5,60
15	Просочення якоря лаком	–	2,20
16	Вимірювання ізоляції якоря і статора	Мегаомметр	2,20
17	Продорожування колектора якоря	Лобзик	30,20
18	Обробка колектора якоря шляхом шліфувки	–	9,80
19	Промивка підшипників бензином	–	1,60
20	Змазування підшипників	–	1,00
21	Запресування підшипників	–	1,00
22	Збирання електродвигуна	Викрутка, торцеві ключі	9,60
23	Перевірка стану повздовжнього люфта	Щуп	1,00
24	Притирання щіток та перевірка роботи двигуна на стенді без навантаження	Стенд для випробувань	5,20
25	Установка шестерні	Бронзові втулки, молоток	2,00
26	Перевірка електродвигуна на фрикцію	Стенд для випробувань	3,80
27	Заповнення і наклеювання етикетки	Ручка, етикетка	1,00
28	Фарбування електродвигуна	–	7,60

Як видно з таблиці 1 оперативний час 121,65 хв. потрібний для виявлення і усунення несправності. При використанні стенду для автоматизованої перевірки стану електродвигунів по кривій споживання струму, час потрібний для визначення стану електродвигуна буде складати 1-2 хв і повністю компенсується часом  $T_{пз}$  (підготовчо-заключним) 5,96 хв.

При повністю справному стані електродвигуна час  $T_{оп}$  буде складати лише 1 хв, ( пункт 27 табл. 1) що потрібно лише для заповнення та наклеювання етикетки. Крім цього при перевірці стану двигуна зникне потреба в часі для технічних перерв  $T_{тп}$  і в часі на перерву для відпочинку та для особистих потреб  $T_{пвон}$ . Відповідно з цим, формула (1) набуде вигляду:

$$T = T_{оп} + T_{об} + T_{пз} \quad (2)$$

За формулою (2), час на перевірку повністю справного двигуна складатиме:

$$T = 1,00 + 1,094 + 5,96 = 8,024 \text{ (хв.)}$$

При використанні запропонованого методу велика економія часу в порівнянні з нормативним часом досягається за рахунок того, що при існуючій методиці перевірки та ремонту навіть повністю справний електродвигун необхідно розбирати, вимірювати мегаомметром стан ізоляції статора та якоря, проводити виміри на обрив обмоток і коротке замикання, проводити контрольні випробування, промивку, змазку та заміну підшипників, і т.д. При використанні системи діаг-

ностування по кривим споживання струму, проводимо перевірку без розбирання двигуна. Розглянута ситуація повністю справного двигуна не є рідкісною, так як двигуни на перевірці в РТД поступають не при їх відмовах, а через задану норму часу експлуатації при планових перевірках (для різних стрілок вона може бути від одного кварталу, до одного разу на три роки). І тому багато двигунів які потрапляють в РТД є повністю справними.

У випадку, коли двигун не справний, час на перевірку та ремонт також значно скорочується, оскільки за допомогою пристрою контролю двигуна по кривій споживання струму визначається які саме несправності є в двигуні. Це дає змогу не проводити перевірку всіх частин двигуна, а усунути тільки наявні несправності. Таким чином час  $T_{оп}$  на ремонт двигуна при використанні запропонованого методу значно скоротиться. Наприклад при наявності в двигуні розбитого підшипника при справності всіх інших частин двигуна, система визначить цю несправність і електромеханіку необхідно буде виконати лише пункти 1, 2, 3, 13, 21, 22, 23, 25 табл. 1, і відповідно час  $T_{оп}$  буде дорівнювати 21,8 хв. і за формулою (1) ми отримаємо час на ремонт і перевірку двигуна з заданим дефектом:

$$T = 21,8 + 1,094 + 5,96 + 8,637 = 37,491 \text{ (хв)}.$$

Як ми бачимо час необхідний для усунення несправності приблизно в 3,7 рази менший, в порівнянні з нормою для існуючої технології. При різних дефектах економія часу буде звичайно різною, але постійно більшою ніж час котрий витрачається на ремонт зараз.

## Висновки

Таким чином ми можемо зробити висновок, що використання системи контролю стану двигунів по кривим споживання струму в РТД дасть нам можливість суттєво зменшити час перевірки та ремонту двигунів, тим самим значно підвищити продуктивність праці. А при використанні системи діагностики та контролю стрілочних переводів по кривій споживання струму на станціях дистанції, заміну електродвигунів на запасні можна буде проводити при прогнозуванні виникнення відмов, а не через заданий проміжок часу. Це дасть нам можливість не привозити на перевірку в ремонтно-технічну дільницю двигуни без несправностей, а також запобігати затримкам в русі потягів в зв'язку з відмовою стрілочного двигуна в приводі стрілки.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ЦШ 0042. Пристрої сигналізації централізації та блокування. Технологія обслуговування. – К.: Укрзалізниця, 2007. – 461 с.
2. Маловічко В. В. Визначення діагностичних ознак для автоматизованого контролю технічного стану стрілочних електродвигунів / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилюк, В. Я. Кізяков // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту імені акад. В. Лазаряна. – Вип. 16. – Д.: ДІТ, 2007.
3. ЦШ 0046, Типовий проект організації роботи ремонтно-технологічної дільниці дистанції сигналізації та зв'язку.– К.: Укрзалізниця, 2007. – 91 с.
4. Безрученко В. Н. Электрические машины / 2-е изд., перераб. и доп., В. Н. Безрученко, А. С. Хотьян. – К.: Вища шк., 1987. – 215 с.

Надійшла до редколегії 14. 08. 2007.

А. П. РАЗГОНОВ, А. В. АДРЕЕВСКИХ, Б. М. БОНДАРЕНКО, Д. А. БЕЗРУКАВИЙ,  
А. Ю. ЖУРАВЛЕВ (ДИИТ)

## МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕ

Багатоканальний цифровий метод діагностики реле полягає у використуванні експериментально одержаних даних, для обчислення характеристик і параметрів випробовуваного реле. Під час реєстрації динамічних характеристик паралельно по всіх каналах, здійснюється аналогово-цифрова обробка результатів, методом порівняння із закладеними в пам'ять комп'ютера допусками і робиться висновок про справність приладу.

Многоканальный цифровой метод диагностики реле заключается в использовании экспериментально полученных данных для вычисления характеристик и параметров испытуемого реле. Во время регистрации динамических характеристик параллельно по всем каналам, производится аналогово-цифровая обработка результатов, методом сравнения с заложенными в память компьютера допусками и делается вывод об исправности прибора.

The multichannel digital method diagnostics of relay consists in the use of experimentally findings, for the calculation of parameters of examinee relay. During registration of dynamic descriptions parallel on all channels, analog-to-digital treatment of results is produced, by the method of comparison with the admittances stopped up in memory of computer and is drawn conclusion about the good condition of device.

Наряду с развитием микропроцессорной техники и технологии в системах железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) электромагнитные реле продолжают выполнять важнейшие функциональные задачи. Высокие требования, предъявляемые к надежности систем, достигаются путем значительных трудозатрат на профилактику и контроль параметров реле в ремонтно-технологических участках (РТУ) дистанций сигнализации и связи.

Эти проблемы решаются методами и технологиями, разработанными в середине прошлого столетия. Причем выполнение ремонтно-профилактических работ требует высокой квалификации специалистов, выполняющих основной объем технологических операций по измерению и контролю параметров, практически вручную.

Для совершенствования технологии контроля и измерения, особенно механических параметров реле авторами предложен ряд технических решений [1–5].

Использование предложенных устройств и способов успешно решает проблему обеспечения надежности электромагнитных аппаратов на основе компьютерной технологии, включающей автоматическое тестирование основных параметров реле с последующей оценкой реакции объекта и ее сравнением с эталонной. Кроме того, по принятым критериям, например запаса ресурса, может определяться очередной межремонтный период. Это позволяет перейти

к более эффективному обслуживанию объекта по его текущему состоянию, поскольку своевременное обнаружение дефектов экономит средства на устранение последствий отказов.

Целью статьи является разработка многоканального программного комплекса на основе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и анализ результатов, полученных предложенным цифровым методом тестовой диагностики реле.

Для решения этой задачи использовалось автоматизированное рабочее место (АРМ-РТУ-Р), регистрирующее динамические характеристики реле одновременно по трем информационно-измерительным каналам: электрическому, акустическому и оптическому без снятия защитного кожуха [6–8].

Сущность предложенного многоканального цифрового метода тестовой диагностики заключается в использовании данных, одновременно полученных с помощью АРМ-РТУ-Р по этим каналам для вычисления требуемых параметров реле. Динамические характеристики работы реле снимаются при помощи аналоговых датчиков АРМа, преобразуются в цифровой код с помощью АЦП и передаются в системный блок компьютера. После этого производится программная обработка результатов и их сравнение с записанными в памяти компьютера допусками. Структурная схема многоканального комплекса представлена на рис. 1. Алгоритм работы комплекса на рис. 2.