

УДК 656.25

С. Ю. БУРЯК – к.т.н., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ser.buryak@gmail.com,
В. В. МАЛОВІЧКО – к.т.н., доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, vladimir_35@ukr.net,
І. О. РОМАНЦЕВ – к.т.н., доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, rio_mail@i.ua

ДІАГНОСТУВАННЯ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ В СУЧАСНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Вступ

На даний час на залізницях України відбувається поступовий перехід станційних систем централізації на більш сучасну елементну базу. Все частіше при новому будівництві використовуються мікропроцесорні системи централізації і все рідше застосовуються релейні системи. Більшість існуючих систем електричної централізації (ЕЦ) вже вичерпали свій ресурс експлуатації і також в найближчі роки будуть замінюватись на системи мікропроцесорні, так як даний тип систем має ряд беззаперечних переваг в порівнянні з існуючими системами, побудованими на реле першого класу надійності [1].

В мікропроцесорній централізації (МПЦ) в більшій мірі використовуються функції контролю стану напільних об'єктів ніж в релейних системах, але можливості по діагностуванню та прогнозуванню стану об'єктів контролю реалізовані в досить незначній мірі. В той самий час кількість відмов напільних пристроїв ЕЦ значно більша за кількість відмов постових пристроїв. Серед напільних пристроїв при побудові додаткових підсистем діагностування та контролю з урахуванням впливу відмов на рух поїздів [2] в першу чергу потрібно більш глибоко контролювати параметри стрілочних переводів. В зв'язку з цим, робота по створенню програмних та апаратних засобів контролю стану стрілочного переводу для систем МПЦ є актуальною.

Авторами пропонується за допомогою програмних та схемних рішень розширити

можливості діагностування та контролю стану стрілочних переводів в системах МПЦ.

Метою роботи є удосконалення використання технічних ресурсів систем МПЦ для діагностування стану стрілочних переводів в процесі їх експлуатації.

Діагностування двигунів постійного струму

В релейних ЕЦ для діагностування та контролю стану стрілочних переводів пропонувалось створення підсистеми, яка має змогу контролювати струм, що протікає через стрілку при переведенні її з одного крайнього положення в інше [3]. Для побудови даної підсистеми необхідно було в лінійні провідники Л1 або Л2 розмістити резистор, з якого за допомогою АЦП знімалась крива струму переводу стрілки. Далі інформація оброблялась за допомогою мікроконтролера або персонального комп'ютера. В системах МПЦ керування напільними об'єктами в більшості випадків відбувається за допомогою відповідних модулів, які контролюють стан напільного пристрою та передають енергію для керування даним об'єктом. Для отримання кривої струму переводу стрілки в більшості систем МПЦ немає необхідності будувати окрему підсистему, так як струм фіксується при його подачі з модуля на двигун стрілки і на автоматичному робочому місці (АРМ) електромеханіка можна проглянути криву переводу стрілки візуально (рис. 1).

Приведене зображення дозволяє обслуговуючому персоналу проглядати струмову криву переводу, але сама система МПЦ додатково не виконує аналіз даної кривої. Пропонується для більш детального контролю та діагностування стану стрілочного переводу проводити обробку даних по кривій споживання струму стрілочним двигуном в автоматичному режимі з використанням програмних засобів.

Розглянемо можливості діагностування стрілочних переводів з двигунами постійного струму. Криву часової залежності струму переводу стрілки при аналізі актуально розбити на три ділянки [4]. На першій ділянці є різкий скачок струму, що обумовлений запуском електродвигуна і приведенням в дію редуктора. Значення пускового струму визначає екстремум кривої на цій ділянці і може перевищувати робочий струм переводу стрілки в кілька разів. На другій ділянці струм електроприводу змінюється мало і середнє значення його відповідає робочому струму переведення стрілки. Зміни струму обумовлені механічними процесами в стрілочному переводі в процесі переключення стрілки. Третя ділянка кривої відповідає перехідним процесам в приводі при зупинці двигуна після виключення напруги. Аналіз по часовій залежності можна виконувати на усіх трьох ділянках для визначення різних відмов стрілочного переводу [5]. Крім порівняння кривої споживання струму по формі, також багато інформації надає спектральний аналіз другої ділянки кривої споживання. Краще всього використовувати спектральний аналіз за допомогою дискретного перетворення Фур'є. Так як програма яка реалізує перетворення Фур'є не складна і при не великій кількості точок в оцифрованому сигналі досить швидко виконується обчислювальною машиною, що надає змогу проводити аналіз відразу після переведення стрілки і до роботи з іншим стрілочним переводом. Таким чином при використанні спектрального аналізу на основі перетворення Фур'є не виникає черга в обробці інформації і таке перетворення

програмно легко виконати в системах МПЦ. При спектральному аналізі струму переведення стрілки який зберігається в пам'яті МПЦ є можливість досить точно визначати розвиток відмов в статорі та якорі стрілочного двигуна. Спектр сигналу при нормальному стані стрілочного двигуна не має значних збільшень на частотах до 2 кГц (рис. 2).

Спектральний аналіз приведений на рис. 2. проведено лише для другої ділянки кривої переводу стрілки, так як при спектральному аналізі всієї часової залежності струму при переведенні стрілки, з'явиться багато сплесків, які будуть заважати правильному аналізу несправностей.

Для другої ділянки справедлива наступна швидкісна характеристика двигуна.

$$n = (U - I_{я} \times R) / (C_e \times \Phi) \quad (1)$$

де Φ – магнітний потік; U – напруга на двигуні; R – опір кола протікання струму; $I_{я}$ – струм в якорі двигуна.



Рис. 1. Зображення кривої струму переводу стрілки в системі МПЦ-У

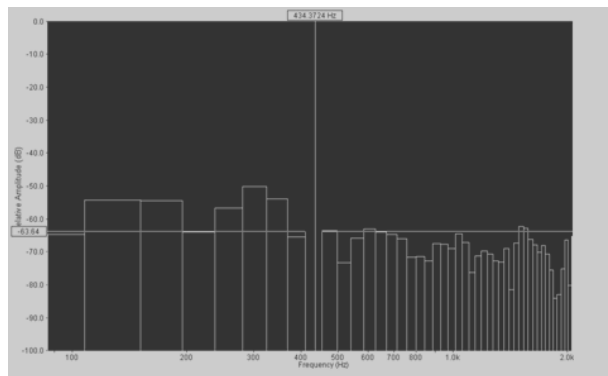


Рис. 2. Спектр сигналу стрілочного двигуна без відмов

При виникненні в двигуні відмови пов'язаної з обривом провідників в якорі, амплітуда струму переводу практично не змінюється (рис. 3).

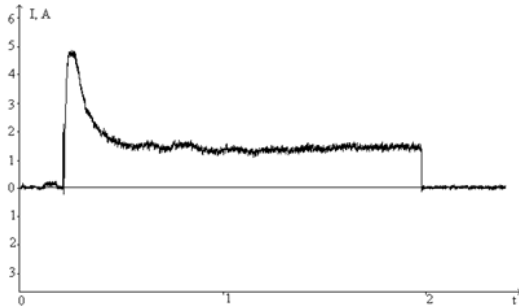


Рис. 3. Часова залежність струму переведення стрілки при обриві в якорі

Причиною виникнення незначних стрибків амплітуди струму є зміна активного опору кола якоря, а у формулі для визначення струму переводу стрілки (2), активний опір якоря знаходиться в знаменнику і по ходу обертання двигуна при попаданні під щітки ламелей, що підгоріли, змінюється:

$$I_{я} = \frac{U - (n \times C_e \times \Phi)}{R_{я} + R_{\epsilon} + R_{л}} \quad (2)$$

де $R_{я}$ – опір якоря; R_{ϵ} – опір обмотки збудження; $R_{л}$ – опір лінійних провідників; n – частота обертання; Φ – магнітний потік; U – напруга на двигуні; C_e – постійна складова, яка залежить від конструкції двигуна.

При зміні величини $R_{я}$ змінюється струм який протікає в якорі, а оскільки двигун з послідовним збудженням, то струм $I_{я}$ є струмом який протікає по лінійних провідниках. Ці зміни і приводять до виникнення сплесків. Залежно від кількості обірваних провідників змінюватиметься величина амплітуди сплесків. При обриві усіх провідників ламелі дані сплески легко виявити і на амплітудній залежності струму. Та якщо обірвано лише декілька провідників по амплітудній залежності відмову на такій стадії ви-

значити проблематично, так як амплітуда сплесків дуже не значна, але навіть обрив одного із провідників досить легко виявити, якщо провести спектральний аналіз сигналу (рис. 4).

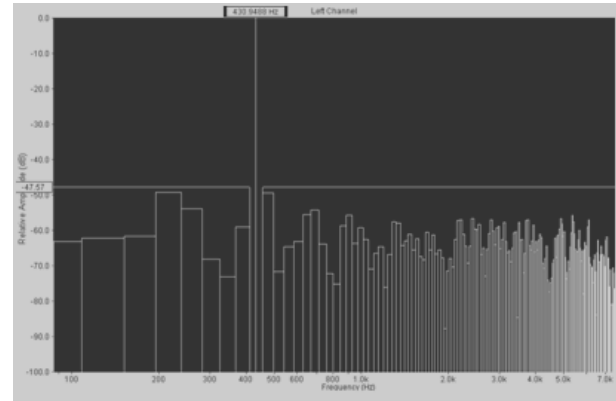


Рис. 4. Спектр сигналу стрілочного двигуна з обривом провідників в якорі

Зі спектру сигналу (рис.4) чітко простежується появу піків на певних частотах. По швидкісній характеристиці (формула 1) можна отримати частоту обертання для робочого струму переводу стрілки. На рис. 3 приведено спектральний аналіз обриву однієї з секцій якоря, тобто за формулою (2) опір в ланцюзі живлення змінюється при проходженні ламелі під щіткою. Тобто можна визначити частоту зміни величини струму пов'язаної з проходженням під щіткою ламелі з підвищеним опором при відомій швидкості обертання та відомій кількості ламелей в якорі. Спектральний аналіз проводився тільки на другій ділянці, де струм дуже різко не змінюється, і відповідно за допомогою швидкісної характеристики відомий діапазон частот, на яких з'являється пульсація спектру, при обриві провідника. Для стрілки, на якій проводились виміри визначили, що частота, яка з'явиться в спектрі струму при обриві провідників при заданих вихідних даних (величина струму на другій ділянці, напруга на двигуні, тип двигуна і т.д.), буде знаходитись в діапазоні 400...460 Гц. Як видно з спектру справного двигуна (рис. 2) величина гармонік в даному діапазоні не перевищує -63 дБ, а при обриві провідника в якорі

збільшується до -47 дБ. Програмно можна задати виконання визначення діапазону в спектрі де необхідно знаходити частоти, які виникнуть при відмовах в двигуні та задавши їх порогові значення діагностувати виникнення відмов в двигуні на ранніх стадіях. За допомогою аналізу амплітудної та спектральної залежності струму переводу стрілки для стрілочного двигуна виділені ознаки для наступних відмов: коротке замикання в статорі, обрив секцій обмоток якоря, дефекти підшипників, забруднення колектора двигуна та іскріння на щітках, коротке замикання в якорі.

По часовій залежності струму є можливість також частково контролювати та діагностувати стан схеми керування, стан автоперемикача та основні елементи стрілочного переводу, контроль яких дозволяє попереджувати більшість відмов [5]. Принцип визначення діагностичних ознак ґрунтується на відомій залежності між моментом на валу двигуна (а відповідно і навантаженням від стрілочного переводу) та струмом що протікає через двигун в робочому та контрольному режимі схеми керування. Для діагностування стану стрілочного переводу користуємося тією самою методикою, що і при діагностуванні стрілочних двигунів. Відмінністю при діагностуванні є те, що в випадку діагностування всього переводу представляє інтерес не лише друга ділянка, а весь процес переводу стрілки, і при визначенні відмов стрілочного переводу немає необхідності використовувати частотний аналіз, а досить аналізувати лише часову залежність. Наприклад виявлення такої досить розповсюдженої діагностичної ознаки відмови як забруднення стрілочних подушок можливе виходячи з припущення що при їх забрудненні (погане обслуговування переводу) стрілка рухається рівномірно, але сильно зростає момент навантаження на валу двигуна (рис. 5).

В цьому випадку, з кривої часової залежності струму можна зробити висновок, що після рушання вістряків з місця, струм зростає а не залишається незмінним, як при переводі нормально функціонуючої стрілки.

По кривій переводу стрілки визначені діагностичні ознаки [6] для наступних відмов: зменшення опору лінійних провідників, відсутність зазору в корені вістряка стрілки, або віджим рамної рейки, забруднення подушок стрілки (недостатньо якісне обслуговування працівниками служби колії), засипання стрілочного переводу сипучими матеріалами, люфти в з'єднаннях робочої тяги стрілки, перевищення максимально допустимої величини струму при переводі стрілки, перевищення максимально допустимої величини струму при роботі стрілки на фрикцію, вихід з ладу блока випрямляча, обмерзання або забруднення контактів автоперемикача. Крім цього використання для аналізу амплітудної залежності струму переводу стрілки дозволяє в автоматичному режимі контролювати таку небезпечну відмову схеми керування стрілкою як переплутування лінійних провідників при заміні апаратури. В цьому випадку напрям струму в лінійних провідниках буде протилежний заданому в програмі для перевірки і система МПЦ в автоматичному режимі зможе заблокувати перевід стрілки і запобігти небезпечній відмові.

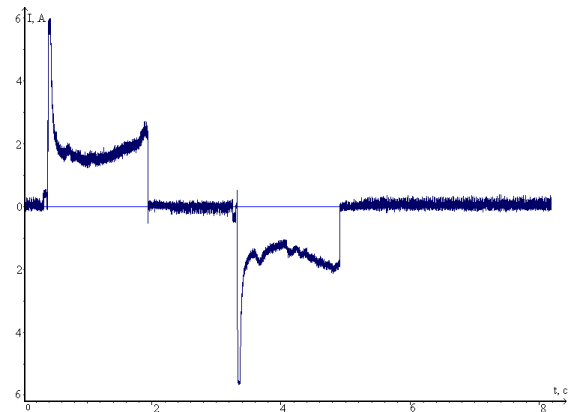


Рис. 5. Крива часової залежності струму при переводі стрілки в плюсове та мінусове положення при забрудненні стрілочних подушок

Діагностичні ознаки даних відмов можна використовувати для аналізу стану стрілочних переводів з електричними двигунами послідовного збудження без виключення стрілок з поїзної і маневрової роботи.

Використання наведених даних дозволить в системах МПЦ контролювати стан стрілочних переводів більш досконало та виявляти відмови при їх розвитку на ранніх стадіях. Діагностування та прогнозування в даному випадку буде більш точним при проведенні порівняльного аналізу кривих струму переведення стрілки під час її експлуатації. Системи МПЦ дозволяють в архівах зберігати струм переведення стрілки при кожному її спрацьовуванні під час поїзної та маневрової роботи за досить великий проміжок часу, що дозволить підвищити якість прогнозування відмов.

Діагностування двигунів змінного струму

Також були виконані дослідження діагностичних ознак різного стану стрілочного переводу з електроприводом змінного струму, живлення якого здійснюється від джерела трифазного струму. Проведені виміри з подальшим аналізом показали, що при засипанні стрілочного переводу сипучими матеріалами струм у колі стрілочного електродвигуна змінюється протягом переводу в залежності від з опору руху вістрякам стрілки (рис. 6). На початку руху часова залежність не має істотних відмінностей від переводу стрілки у справному стані. Потім починають свій рух вістряки, які пересуваються по засипаній ділянці і викликають збільшення навантаження на валу електродвигуна, що призводить до збільшення струму в його обмотках.

При переводі одиночної стрілки з упором кореня вістряка і (або) відбоєм рамної рейки (рис. 7) в кінці другої ділянки струмової кривої спостерігається збільшення струму в колі електродвигуна на 20 %, яке є наслідком збільшення опору руху вістряків стрілки через упор кореня дальнього вістряка в рейку, що лежить за ним, і/або відбій рамної рейки. На подолання додаткової сили, що виникла, електродвигун розвиває більшу потужність, що викликає збільшення струму в робочому колі.

На стрілочних переводах з надмірним люфтом в шарнірних з'єднаннях шибера з робочою тягою спостерігається збільшення часу переведення стрілки до 0,5 с з нормативних 4,5 с [7] та різна за амплітудою нестабільна форма перевідної кривої, значення якої в середині переводу зменшувалося на 25 % (рис. 8).

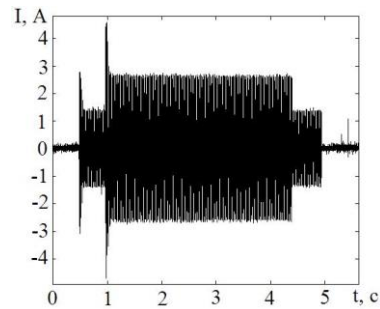


Рис. 6. Струм переведення стрілки засипаної сипучими матеріалами

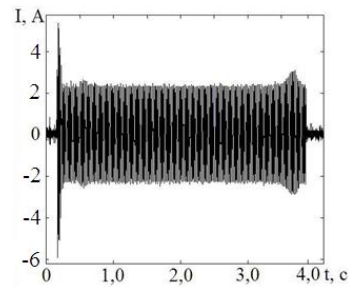


Рис. 7. Струм в переведення одиночної стрілки з упором кореня вістряка або віджимом рамної рейки

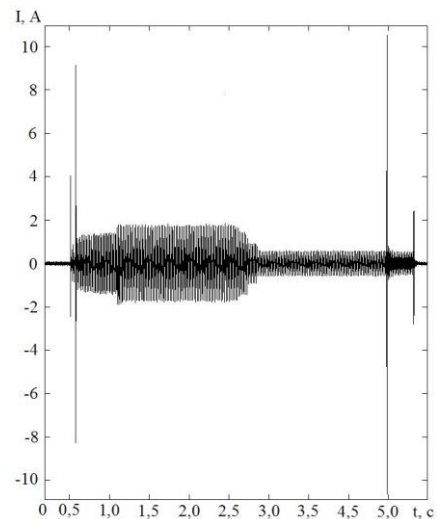


Рис. 8. Струм переведення одиночної стрілки з люфтом в шарнірних з'єднаннях

При цьому слід зауважити, що спектральний аналіз отриманих струмів при засипанні стрілки сипучими матеріалами, упором кореня вістряка і (або) відбоєм рамної рейки та люфтом в шарнірних з'єднаннях не відрізняється від спектру струму справної стрілки (рис. 9).

Таким чином, несправності, які виникають у механічній частині стрілочного переводу, можна встановити за амплітудно-часовими параметрами кривої струму переведення стрілки, а на підставі спектрального аналізу неможливо.

І навпаки, дослідження струмів переводу одиночної стрілки з несправним ротором (рис. 10) показали, що вони нічим не відрізняються від струму переводу справної стрілки, хоча переведення стрілки супроводжувалось вібрацією і характерним високочастотним стуком всередині двигуна. При огляді двигуна було встановлено пошкодження стрижня ротора типу «біляча клітка» з присутністю намагніченого металевго пилу.

При вивченні ж спектра струму переведення одиночної стрілки з несправним ротором (рис. 11) було встановлено, що спектр значущих частот спостерігався в області значень від 0 до 8 кГц, тоді як для спектра струму переведення стрілки в справному стані характерна наявність значущих частот тільки в діапазоні від 0 до 2 кГц. Крім цього, спектр струму переведення одиночної стрілки з несправним ротором (рис. 11, б) містив високу постійну складову, якої немає в спектрі струмової кривої переведення справної стрілки (рис. 9, б).

Таким чином, використовуючи метод комп'ютерного діагностування стрілочних переводів можна визначати такі несправності, які пов'язані як з механічною частиною стрілочного переводу, так і з електричною його частиною, контролюючи при цьому такі параметри як величину струму нормального переводу і при роботі електродвигуна на фрикцію, тривалість переводу, правильність регулювання гарнітури і вузлів кріплення, стан електродвигуна.

При більш детальному огляді різних видів дефектів механічного та електричного характеру [8, 9, 10, 11] стає очевидним, що за допомогою автоматизованого аналізу часової залежності та спектрального складу струму переводу стрілки в мікропроцесорних системах можливо не лише запобігати відмовам стрілки, але й прогнозувати її стан, завдяки чому з'являється можливість переходу від планово-попереджувального обслуговування до обслуговування за станом об'єкта, що в сучасних умовах високих вимог до виконання робіт з ремонту та обслуговування пристроїв залізничної автоматики є дуже доцільним.

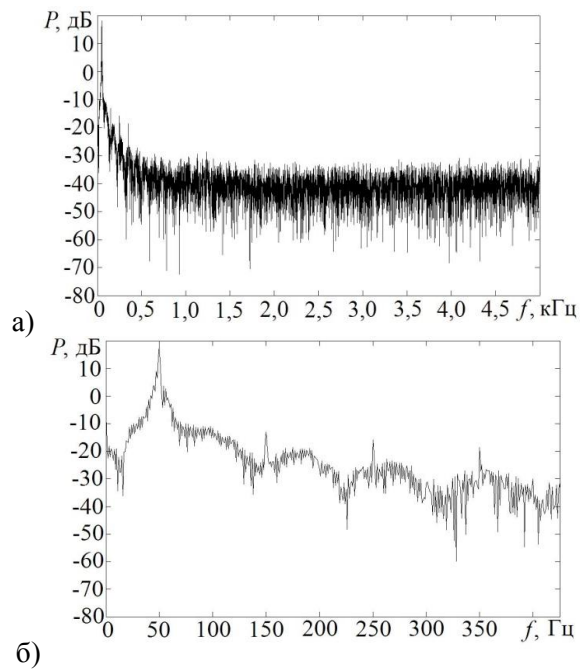


Рис. 9. Спектр струму переведення одиночної стрілки у справному стані та при механічних несправностях: в широкому діапазоні частот (а); на низьких частотах (б).

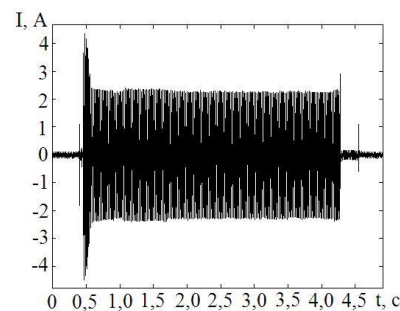


Рис. 10. Струм переводу одиночної стрілки з несправним ротором

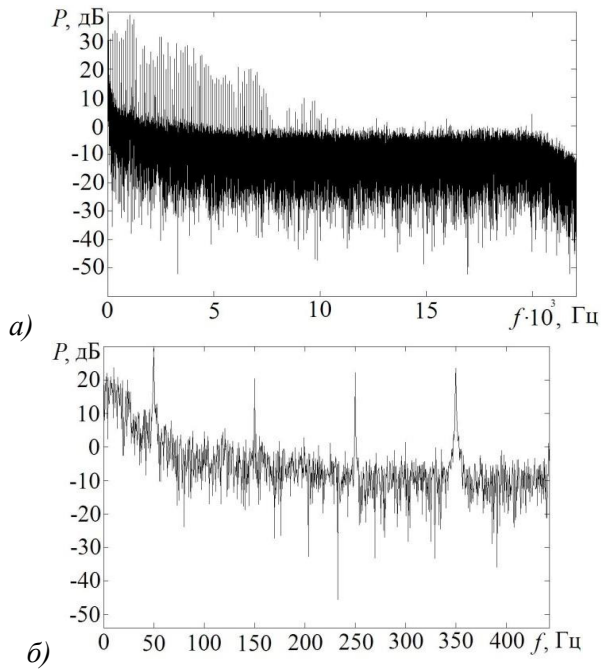


Рис. 11. Спектр струму переведення в широкому діапазоні частот (а); на низьких частотах (б).

Як було наведено вище, при діагностуванні стану двигуна і стрілочного переводу в цілому використовується амплітудне значення струму переводу і його частотний аналіз, хоча у виразах 1 і 2 використані значення активних опорів і напруги на двигуні. З урахуванням експлуатації, поздовжні активні опори змінюються незначно. Тому в процесі обслуговування технічних елементів схеми управління стрілки не виділяється час на вимірювання параметрів активного опору провідників кабельної лінії стрілок [12]. Одночасно з цим, немає існуючої моделі вимірювання напруги на обмотці двигуна і активного опору обмоток двигуна, які фігурують у натуральному виразі (2).

Таким чином, в процесі поточної експлуатації при розглянутому варіанті діагностування можливі розрахункові параметри обмотки, як ротора, так і статора, при непрямому методі вимірювання можуть змінюватися в досить широких межах [13]. Граничні значення даних опорів при вимірюванні параметрів для поточного двигуна можуть бути причиною раннього виявлення

відмови або приводом для збільшення інтервалу між обслуговуванням або заміною двигуна в разі відповідності вимірних величин нормативним значенням [14, 15]. Крім зазначеного, в залежності від аналізованого спектра напруги на двигуні можна робити висновки про безпосередні наводки (перешкодах) в лінії або на самому двигуні від зовнішніх джерел випромінювань електромагнітних сигналів. Відповідно, очевидно є діагностика стрілочного електроприводу (СЕП) і елементів стрілки з урахуванням виміру напруги на двигуні.

Для удосконалення існуючих систем діагностування СЕП з вимірюванням напруги на двигуні необхідно передбачити включення відповідної апаратури як на коліях в корпусі СЕП, так і на посту електричної централізації (ЕЦ). Спрощена схема діагностування наведена нижче:

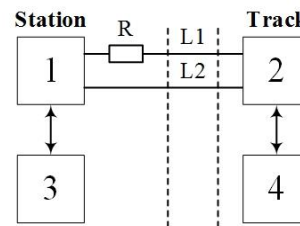


Рис. 12. Спрощена схема діагностування з виміром напруги на двигуні

На рис. 12 наведені такі блоки:

- 1 - станційна (постова) апаратура схеми управління стрілочним електроприводом;
- 2 - колійна апаратура схеми управління стрілочним електроприводом;
- 3 - станційна (постова) апаратура системи діагностування;
- 4 - колійна апаратура системи діагностування.

У блоці 3 необхідно передбачити як мінімум наступні функції:

- захист від впливу системи діагностування (СД) на схему управління СЕП;
- узгодження електричних кіл схеми управління СЕП і СД на станції;
- передачу електроживлення для блоку 4 при використанні виділеного каналу електроживлення колійної апаратури;

- прийом і обробку сигналів від блоку 4 через лінію Л-ОЛ за прийнятим алгоритмом роботи;

- управління індикацією про стан колійної апаратури СЕП і управління колами для виключення переведення стрілки при невідповідності параметрів колійної апаратури (блок 2) допустимим значенням.

Для здійснення діагностування з виміром напруги на двигуні в блоці 4 необхідно реалізувати наступні функції:

- захист колійної апаратури схеми управління СЕП при несправності в СД (блок 4);

- узгодження електричних кіл системи діагностування в блоці 4 з колійною апаратурою в блоці 2. При цьому необхідно передбачити забезпечення високого вхідного опору датчиків і гальванічну розв'язку з кіл зворотного зв'язку для зворотної передачі сигналу до блоку 3 по лінії Л-ОЛ;

- захист і узгодження схеми електроживлення колійної апаратури (блок 4) при використанні виділеного каналу електроживлення або без нього;

- частотне перетворення часової залежності напруги на двигуні для формування інформаційного каналу зворотної передачі аналогового сигналу напруги двигуна з блоку 4 по лінії Л-ОЛ в блок 3;

- узгодження кіл інформаційного каналу щодо високої частоти в блоці 4 з параметрами лінії Л-ОЛ та включеними в неї схемами управління СЕП.

Приклад точок включення діагностичної апаратури в СЕП наведено далі:

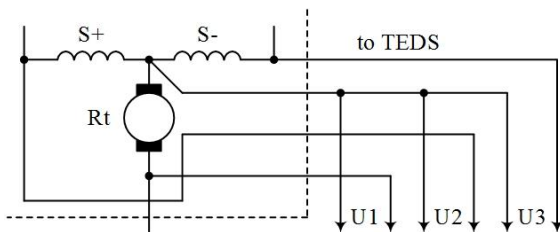


Рис. 13. Точки включення діагностичної апаратури в стрілочному електроприводі

На рис. 13 наведені:

ОВП (S +), ОВМ (S-) - обмотки збудження (статор) для переведення стрілки в плюсове або мінусове положення відповідно;

ПАСД (TEDS) - колійна апаратура СД;

Р (Rt) - ротор двигуна (включення здійснюється на найближчих клеммах в найбільш зручному місці або на клеммах монтажу на двигуні безпосередньо);

U1, U2, U3 - напруги, що знімаються з Р, ОВП і ОВМ відповідно, в залежності від необхідності можуть використовуватися в повному обсязі одночасно, необхідно враховувати, що при будь-якому переводі в плюсове або мінусове положення актуальними будуть U1 і U2 або U1 і U3.

При реалізації СД з використанням схем з блоків 1-4 можливі наступні варіанти:

- повноцінна передача часової залежності напруги на двигуні під час переводу з блоку 4 в блок 3 з включенням датчиків до Р, ОВП і ОВМ;

- передача часової залежності напруги на двигуні тільки з ротора (напруга U1));

- передача з блоку 4 в блок 3 амплітудних значень напруг U1, U2, U3 або тільки значення U1. При цьому немає необхідності у використанні частотних перетворень в блоці 4. Замість цього, в блоці 4 здійснюється визначення амплітуди поточних значень напруги на двигуні.

Розширена схема системи діагностування СЕП з використанням напруги на двигуні враховує наведені вище функції. Для більш детального розгляду наведені схеми включення апаратури на коліях (блок 4) і на станційному посту (блок 3).

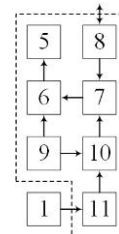


Рис. 14. Структурна схема СД на станційному посту централізації

На рис. 14 наведені блоки: 5 - блок виведення інформації, 6 - блок обчислень, 7 - пристрій зсуву сигналів електроживлення та інформації від блоку 4, 8 - блок узгодження і захисту з лінією, 9 - блок подачі електроживлення від зовнішнього джерела до внутрішніх вузлів схеми, 10 - блок включення електроживлення колійних пристроїв діагностування по частотному каналу, 11 - блок узгодження зі станційної апаратурою.

Принцип дії станційної апаратури системи діагностування полягає в наступному: від станційної схеми управління стрілкою надходить сигнал про переведення в необхідне положення (від блоку 1). Схема узгодження зі станційними пристроями включає канал електроживлення, який передає енергію по виділеному частотному каналу лінії Л-ОЛ до блоку 4 через пристрій зсуву сигналів електроживлення. У процесі переводу від блоку 4 по Л-ОЛ надходить сигнал через пристрій узгодження і захисту з лінією. У пристрої зсуву сигналів за частотною ознакою відбувається зсув часової залежності напруги від датчиків (U_1, U_2, U_3) або амплітудного значення цих же напруг, отриманих від блоку 2. В блоці обчислень виконується перетворення часової залежності напруги двигуна (ротора або статора) в частотну, а також представлення амплітудних значень U_1, U_2, U_3 в більш зручний для подання вигляд. Остаточне представлення результатів здійснює блок виведення в залежності від виду результатів (амплітудно-частотна характеристика - АЧХ, або відповідність амплітудних значень напруг допустимим межах).

Структурна схема колійної апаратури (блок 4 на рис. 12) враховує необхідні функції (див. вище) і різні варіанти реалізації системи діагностування.

На рис. 15 знаходяться блоки: 12 - узгодження і захисту з лінією, 13 - поділу каналів електроживлення та інформації від СЕП, 14 - узгодження і захисту з електроприводом стрілки, 15 - електроживлення ко-

лійної апаратури системи діагностування, 16 - зміщення інформаційного сигналу від датчиків блоку 14.

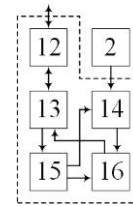


Рис. 15. Структурна схема СД на колії в електроприводі

Принцип роботи колійної апаратури СД полягає в наступному: після подачі електроживлення по частотному каналу від блоку 3 зі станції через лінію Л-ОЛ відбувається включення елементів в блоках узгодження і захисту з СЕП (виконується підживлення каскадів посилення і датчиків знімання інформації), а також пристрою зсуву інформаційного сигналу в частотній області. Аналоговий інформаційний сигнал зі зміщенням по частоту надходить в пристрій розділення каналів електроживлення та інформаційного сигналу від СЕП. Надходження інформації з колійних пристроїв СД до станційних здійснюється через блок узгодження і захисту лінії Л-ОЛ. Решта перетворень, обчислення і відображення результатів виконуються станційними (постовими) пристроями як було описано раніше.

Висновки

У даній роботі представлено удосконалення використання технічних ресурсів системи МПЦ. На основі даного типу централізації є можливість визначення технічного стану стрілочних переводів з електродвигунами постійного і змінного струму лише за рахунок додавання відповідних програмних засобів для обробки кривої споживання струму. Для удосконалення методів вимірювання при діагностуванні стрілочних переводів розроблена підсистема з виміром напруги на двигуні яка потребує додаткових схемних рішень. Це дає можливість визначати поточні напруги на обмотці збу-

дження, обчислювати необхідні параметри активних опорів двигуна в процесі поточної експлуатації без виділення часу на ці процедури, покращити якість обслуговування колійних пристроїв, підвищити термін експлуатації за рахунок обслуговування за станом, продовжити термін експлуатації електродвигунів стрілок і підвищити надійність функціонування систем централізації.

Бібліографічний список

1. Басов В.І., Єлисеєв В.В., Петренко О.В., Бойнік А.Б., Чепцов М.Н., Радковський М.О. Мікропроцесорна система централізації МПЦ-У: Навчальний посібник для студентів вузів залізничного транспорту. Київ., 2014.-430с.
2. Маловічко, В. В. Визначення пріоритетів вибору об'єктів діагностування та контролю електричної централізації з урахуванням затримок поїздів / В. В. Маловічко, Р. В. Рибалка, Н. В. Маловічко, В. В. Мелешко // Збірник наукових праць Донецький інститут залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту, Вип. №31. – Донецьк, 2012. – с. 57-61.
3. Маловічко, В. В. Автоматизований контроль основних параметрів стрілочного електропривода / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилюк // Вісник Дііту, 2007, вип. 17. с. 5-7.
4. Маловічко, В. В. Автоматизований контроль технічного стану стрілочних електродвигунів постійного струму по кривим споживання струму / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Вип. 5, 6. – Харків: Вид-во Української державної академії залізничного транспорту, 2007.
5. Маловічко, В. В. Діагностування стану стрілочних переводів по споживанню струму електродвигунами безпосередньо в умовах поїзної роботи / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Вип. 1. – Х.: Вид-во Української державної академії залізничного транспорту, 2008.
6. Маловічко, В. В. Підвищення ефективності технічного обслуговування стрілочних переводів шляхом автоматизації контролю їх параметрів // Дисертація за спеціальністю: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту – 2011. – С. 177.
7. Резников, Ю. М. Электроприводы железнодорожной автоматики и телемеханики. – М.: Транспорт, 1985. – 288 с.
8. Буряк, С. Ю. Удосконалення технології обслуговування централізованих стрілок з електроприводом змінного струму в умовах експлуатації // Дисертація за спеціальністю: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту – 2015. – С. 166.
9. Дистанционное диагностирование состояния стрелочных переводов по временной характеристике и спектральному составу токовой кривой / С. Ю. Буряк, В. И. Гаврилюк, О. А. Гололобова, М. А. Коврыгин // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2015. Вип. 2 (56). – С. 7-24.
10. Буряк, С. Ю. Исследование временной зависимости и спектрального состава сигнала в цепи стрелочных электродвигателей переменного тока / С. Ю. Буряк, В. И. Гаврилюк, О. А. Гололобова // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. Вип. 6 (54). – С. 7-22.
11. Исследование диагностических признаков стрелочных электроприводов переменного тока / С. Ю. Буряк, В. И. Гаврилюк, О. А. Гололобова, А. М. Безнарытний // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. Вип. 4 (52). – С. 7-22.
12. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокуваннях: ЦШ 0060. – К.: Укрзалізниця, 2009. – 111 с.
13. Сороко, В. И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: в 4 кн. Кн. 1 – 4-е изд [Текст] / В. И. Сороко, Ж. В. Фоткина // М.: ООО «НПФ «Планета», 2013 – 1060 с.

14. Сафарбаков, А. М. Основы технической диагностики деталей и оборудования: учебное пособие [Текст] / А. М. Сафарбаков, А. В. Лукьянов, С. В. Пахомов // Иркутск: ИрГУПС, 2007. – 128 с.

Ключові слова: мікропроцесорна централізація, діагностування, стрілочні двигуни, крива переводу стрілки, спектральна характеристика, вимірювання напруги.

Ключевые слова: микропроцессорная централизация, диагностирование, стрелочные двигатели, кривая перевода стрелки, спектральная характеристика, измерения напряжения.

Keywords: microprocessor centralization, diagnostics, switch motors, arrow transfer curve, spectral characteristic, voltage measurement.

Рецензенти:

д.т.н., проф. А. Б. Бойнік,
д.ф.-м.н., проф. В.І. Гаврилюк.

Надійшла до редколегії 15.11.2018.
Прийнята до друку 27.11.2018.