

МАЛОВІЧКО В. В. – ст. викладач (ДНУЗТ)
ГАВРИЛЮК В. І. – д.ф.-м.н., професор (ДНУЗТ)
РИБАЛКА Р. В. – асистент (ДНУЗТ)

КОНТРОЛЬ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ ПО ЧАСОВІЙ ЗАЛЕЖНОСТІ СТРУМУ ПЕРЕВОДУ СТІЛКИ БЕЗ ВИКЛЮЧЕННЯ СТІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вступ

В даній роботі авторами запропонований метод непрямого діагностування та контролю деяких відмов стрілочних переводів з електроприводами постійного струму.

Зовнішня перевірка стану електроприводів і стрілочних гарнітур виконується електромеханіком один раз на тиждень на стрілках, що беруть участь в маршрутах приймання та один раз на два тижні на решті стрілок [1]. При використанні системи автоматичного діагностування стрілочних електричних двигунів з послідовним збудженням, в котрій для контролю стану двигуна використовується крива споживання струму ми маємо змогу частково контролювати стан стрілочного переводу по не прямим даним. Таку можливість ми одержуємо завдяки тому, що між кривою споживання струму двигуном, та навантаженням на валу двигуна існує пряма залежність, і зміни навантаження на валу відбиваються на кривій споживання струму [2].

Метою даної роботи є визначення необхідних діагностичних ознак для аналізу стану стрілочних переводів з електричними двигунами з послідовним збудженням без виключення стрілок з поїздної і маневрової роботи по котрих автоматична система діагностування та контролю визначатиме та класифікуватиме несправності.

Методика вимірювання

Для діагностування стану стрілочного переводу ми користуємося тією самою методикою, що використовувалась для діагностування стрілочних двигунів [3]. Єдиною відмінністю при діагностуванні та контролі

стрілочного переводу є те, що в випадку діагностування всього переводу нас цікавить не лише друга ділянка (рис. 1), а весь процес переводу стрілки [4], починаючи від моменту спрацьовування реле ППР в схемі керування стрілкою (окремий всплеск рівня сигналу до початку переведення стрілки) [5].

При аналізі відмов стрілочного переводу по кривих споживання струму у нас з'являється можливість контролювати та діагностувати всі вище перелічені несправності стрілочного двигуна постійного струму без зняття його з стрілочного переводу. Крім цього, з'являється можливість часткової діагностики стрілочного переводу. Найбільша перевага такого методу заключається в тому, що практично без зміни схеми керування стрілки та використання додаткової апаратури на коліях ми маємо змогу контролювати та діагностувати основні елементи стрілочного переводу, контроль яких дозволяє попереджувати більшість відмов стрілок.

Результати

На рис 1 приведена крива переводу стрілки в мінусове положення при практично справному стрілочному переводі і стрілочному двигуні без відмов. В двигуні постійного струму з послідовним збудженням ми контролюємо ті самі несправності що приводились в попередній статті [3], тобто використовуємо для контролю та діагностики другу ділянку кривої споживання струму з застосуванням спектрального аналізу. До параметрів які ми можемо діагностувати і контролювати в самому стрілочному переводі можна віднести такі як забруднення башмаків стрілочного переводу, відсутність

зазору в корні вістряка стрілки, збільшення опору лінійних провідників Л1 та Л2, збільшення току фрикції, і т. д. При цьому, для аналізу ми використовуємо всю криву споживання струму, а не лише її другу ділянку.

Для проведення аналізу впливу зміни опору лінійних провідників Л1 та Л2 на криву споживання струму стрілочним переводом, на одиночній стрілці, в електроприводі якої знаходився двигун постійного струму з послідовним збудженням типу МСП – 0.25 ми провели контрольні вимірювання, при яких штучно змінювали опір лінійних провідників. Причому стрілка являлась не спареною, з одним і тим самим двигуном, без значних недоліків в конструкції та обслуговуванні.

На стрілці ми провели три групи вимірювань. При першій групі вимірювань опір провідників Л1 та Л2 штучно не змінювався (рис 2), і при вимірюванні за допомогою мегаметра складав 7 МОм.

При проведенні другої групи контрольних вимірювань, на виводах дужок на кросовій поста електричної централізації було встановлено за допомогою резисторів опір, паралельно двигуну. Цей опір був відрегульований таким чином, щоб загальний опір провідників Л1 та Л2 при вимірюванні за допомогою мегаметра дорівнював 1 МОм (рис. 3).

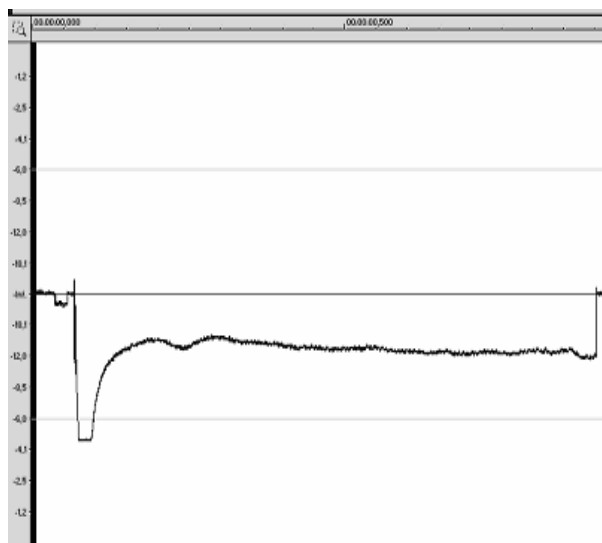


Рис. 1. Стрілка нормально працює, двигун без несправностей

При проведенні третьої групи контрольних вимірювань умови залишилися тими самими, але за допомогою резисторів був виставлений опір лінійних провідників рівний 18 кОм. При даних умовах також було знято групу кривих споживання струму, одна з яких приведена на рис 4.

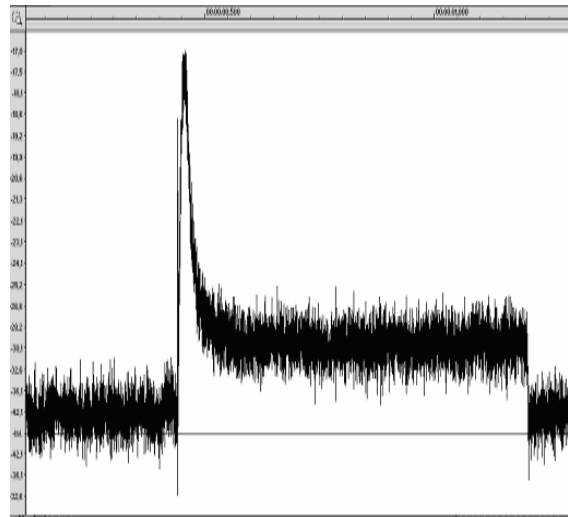


Рис. 2. Крива споживання струму при нормальній родоті стрілочного переводу з опором лінійних провідників 7 МОм

Якщо проводити аналіз цих трьох кривих, які є зразками для кожної групи контрольних вимірювань, то можна знайти ознаки, по яких можна фіксувати зменшення опору лінійних провідників.

Спочатку проаналізуємо час переходу стрілки. Як ми бачимо, при опорі лінійних провідників Л1 та Л2 або по другому стрілочного кабелю рівному 7 МОм, час переходу стрілки дорівнює предлизно 750 мс. При опорі стрілочного кабелю 1 МОм, час переходу стрілки складає 775 мс. При опорі лінійних првідників 18кОм, час переходу тієї самої стрілки складає 850 мс. Час переходу стрілки зростає зі зменшенням опору лінійних провідників, але зростає в дуже не значній мірі.

Таке зростання часу переходу стрілки може бути зумовлено також забрудненням башмаків, або шибера. Тому робимо висновок, що по часу переходу стрілки контролювати зменшення опору лінійних провідників можливо але проблематично.

Якщо подивитися на амплітуду сигналу, то ми побачимо певну закономірність. При

переводі стрілки з лінійним опором 7 МОм амплітуда сигналу на першій (ненавантаженій) ділянці кривої споживання струму досягає -17 Дб, а на другій ділянці – -28 Дб.

При лінійному опорі 1 МОм, на першій ділянці амплітуда досягає -12 Дб, а на другій ділянці – -24 Дб. При лінійному опорі низького рівня 18 кОм, амплітуда сигналу на другій ділянці сягає $-12,5$ Дб, а на першій ділянці вище – -5 Дб. З вище сказаного можна зробити висновок, що ми маємо зворотньопропорційну залежність між опором лінійних провідників та амплітудою сигналу. При цьому, якщо величина рівня споживання струму на другій ділянці кривої споживання може збільшуватись і через інший ряд причин (наприклад забруднення башмаків стрілки, провисання вістряків, засипання стрілочного переводу), то збільшення амплітуди на першій ділянці, де двигун працює без навантаження з боку вістряків стрілки, може бути зумовлене тільки зменшенням опору лінійних провідників. Це пояснюється тим, що на першій ділянці кривої, величина струму залежить лише від опору лінійних провідників, та активного опору обмотки збудження двигуна і якоря.

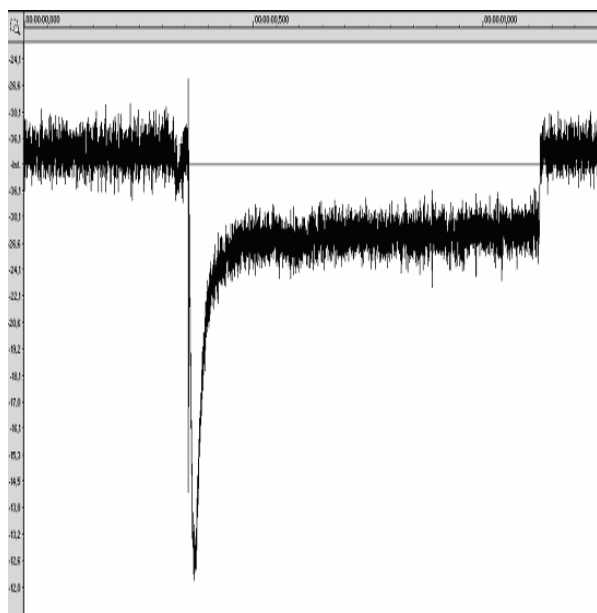


Рис. 3. Крива споживання струму при нормальній роботі стрілочного переводу з опором лінійних провідників 1 МОм

Так як активний опір двигуна в більшості випадків не змінюється, а якщо і зміню-

ється по причині обривів чи коротких замикань в якові або обмотці збудження, то ми це фіксуємо за допомогою методики яка приведена вище.

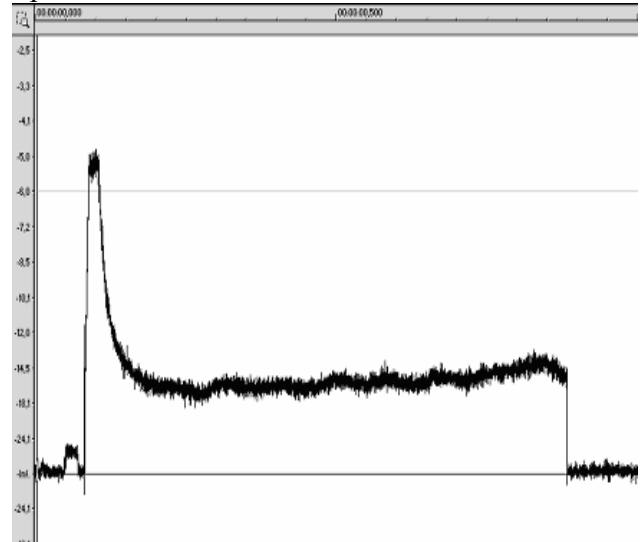


Рис. 4. Крива споживання струму при нормальній роботі стрілочного переводу з опором лінійних провідників 18 кОм

З цих даних ми можемо зробити висновок, що по величині струму на першій ділянці кривої споживання ми можемо контролювати величину опору стрілочного кабелю.

Наступним параметром діагностування та контролю, котрий ми можемо фіксувати по кривій споживання струму стрілочним двигуном постійного струму є відсутність зазору в корні вістряків стрілки. При перевірці, зазор між корнем вістряка та рамною рейкою повинен складати $4 - 8$ мм. При відсутності такого зазору, виникає явище яке називають “пружинність” вістряка [6]. Суть його заключається в тому, що при відсутності зазору при переводі стрілки з одного положення в інше, корень вістряка в кінці переводу своїм кутом впирається в рамну рейку, і для того щоб стрілка довелася до кінця потрібно прикласти більше зусиль з боку стрілочного двигуна (рис. 5). Ці зусилля йдуть на те, щоб зігнути вістряк, так як відсутність зазору в його корні не дає змоги його переміщати. Зігнутий вістряк при закінченні переводу за пружинить, даючи додаткове навантаження на робочу тягу, шибєр та автоперемикач. На стрілці, крива споживання котрої приведена на рис. 5 на

лівому вістряку зазор біля двох міліметрів, а на правому вістряку зазор біля семи міліметрів. Відповідно до цього при переводі стрілки в плюсове положення спостерігається невелика пружинність вістряка, а при переводі в мінусове положення пружинність відсутня.

Збільшення споживання струму на прикінці другої ділянки кривої споживання (на кінці другої ділянки кривої споживання струму спостерігається зростання амплітуди сигналу) викликано тим, що за рахунок пружності вістряка збільшується навантаження на стрілочний двигун, а так як струм якоря, а відповідно і струм споживання прямопропорційний моменту на валу двигуна, і момент збільшується, то відповідно і збільшується споживання струму. Амплітуда споживання струму збільшується на невелику величину, так як на стрілочному переводі в корені лівого вістряка зазор всежтаки є, але він нижче норми. При повній відсутності зазору, величина зростання струму на цьому відрізку кривої споживання струму може досягати $2/3$ величини струму на першій ділянці кривої споживання

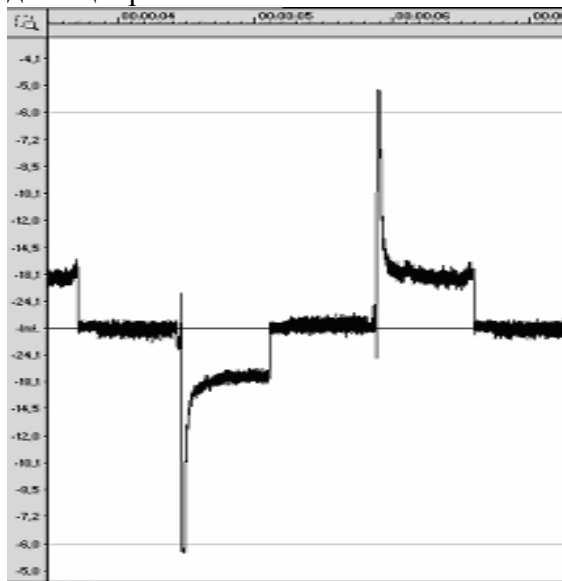


Рис. 5. Група кривих споживання струму з пружинністю вістряка при переводі стрілки в плюсове положення

По кривій споживання струму ми маємо змогу також контролювати стан стрілочного переводу у випадку його роботи на фрикцію. По нормам, які закладені в технологічних картах, збільшення споживання

струму стрілочним двигуном постійного струму не повинно перевищувати 25 – 30 % від нормального переводу. Ці норми надають нам змогу контролювати максимально допустимий рівень споживання струму при роботі на фрикцію без вимірювання в абсолютних одиницях, а шляхом порівняння споживання струму при нормальному переводі, та при роботі на фрикцію. Криві споживання струму при роботі на фрикцію та при нормальному переводі стрілки (зображені на рис.6)

На рис. 6 ми бачимо, що при переводі стрілки в плюсове положення рівень споживання струму на другій ділянці кривої збільшується більше ніж в два рази. Слід також вказати на той факт, що при вимірюванні щільності прилягання вістряків стрілки до рамної рейки, яке проводиться щотижня по графіку технологічного процесу, кожна стрілка котру перевіряють буде працювати на фрикцію і при переводі в плюсове положення, і при переводі в мінусове положення. Це викликано специфікою даних вимірювань.

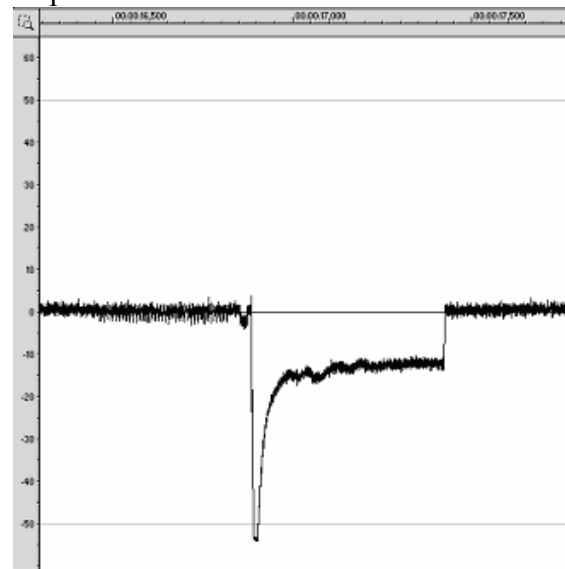


Рис. 6. Криві споживання струму при роботі стрілки на фрикцію та при нормальному переводі

А так як при створенні системи автоматичного контролю та діагностування стрілочних переводів ми матимемо можливість записувати всі переводи стрілок, то з графіку технологічного процесу ми матимемо

змогу виключити роботи по вимірюванню струму фрикції. Це нам дасть можливість звільнити електромеханіка від даного типу робіт, які є досить тривалими. Крім того впровадження такої системи дасть нам змогу контролювати сумлінність виконання обслуговуючим персоналом графіку технологічного процесу, так як в тому випадку, якщо вимірювання щільності прилягання не буде виконуватись один раз на тиждень на всіх централізованих стрілках, це буде зафіксовано системою контролю та діагностування.

При забрудненні башмаків (погане обслуговування переводу) стрілка рухається рівномірно, але сильно зростає момент навантаження на валу двигуна. В цьому випадку, з кривої споживання струму (рис. 7) видно, що після рушання вістряків з місця, струм зростає а не залишається незмінним, як при переводі нормально функціонуючої стрілки. Крива споживання струму стрілки була заміряна в реальних умовах експлуатації, тому рівень забруднення на даному стрілочному переводі доволі низький, але вже досить помітний.

При засипанні стрілочного переводу, форма кривої струму (рис. 8) на ділянці 1 – 2 матиме перепади струмів, оскільки стрілочні вістряки рухаються ривками що приводить до зміни навантаження на валу двигуна і відповідно до формули змінюється струм споживання

$$I_{\text{я}} = \sqrt{\frac{M}{C_{\text{м}} \times C_{\text{ф}}}}.$$

З форми кривої споживання струму у цьому випадку видно, що на початку ділянки 1 – 2 переводу стрілки в мінусове положення (перша крива), величина струму складала близько 20 %, а наприкінці другої ділянки близько 35 % від максимальної величини струму. Як видно із форми кривої, в цьому випадку крім поступового збільшення величини струму на протязі переводу стрілки, ми бачимо також збільшення та зменшення струму різкими стрибками в відповідності з збільшенням та зменшенням навантаження на валу двигуна в залеж-

ності від плавності руху стрілочних вістряків по забрудненим башмакам.

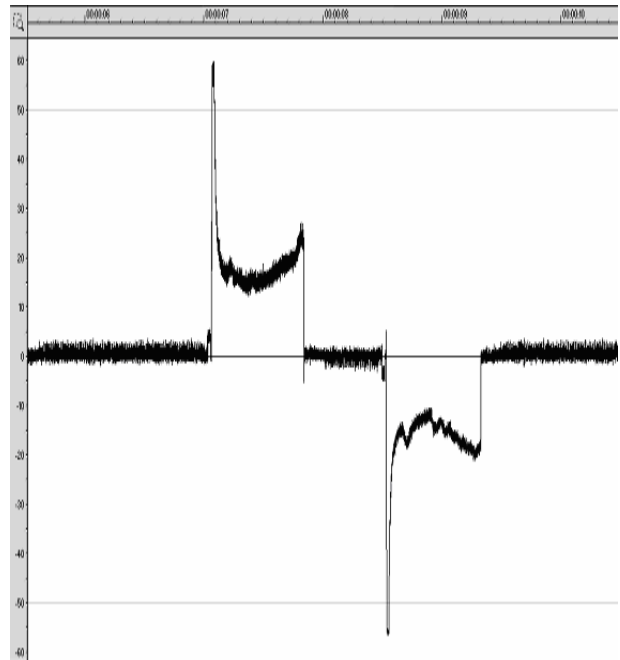


Рис. 7. Крива споживання струму при переводі стрілки в плюсове та мінусове положення

При аналізі справності та працездатності стрілочного переводу треба брати до уваги що стрілки, які експлуатуються навіть на одній і тій же станції працюють в різних умовах. Одні стрілочні переводи працюють на дерев'яних шпалах, інші на залізобетонних, в одних стрілочних приводах установлені стрілочні двигуни постійного струму з послідовним з'єднанням потужністю 100 Вт, в інших 150 Вт, 250 Вт, 180 Вт. Також різні криві споживання струму будуть при різній степені пологості стрілок, так як чим пологіша стрілка, тим важчі стрілочні вістряки, а відповідно і навантаження на двигун. Також збільшується навантаження на двигун при використанні перехресних стрілок з чотирма вістряками. Але якщо при установці системи діагностування та контролю врахувати всі ці нюанси, і при замінах пристроїв вносити в систему відповідні корективи, то ніяких складностей для роботи системи діагностування та контролю це не складатиме.

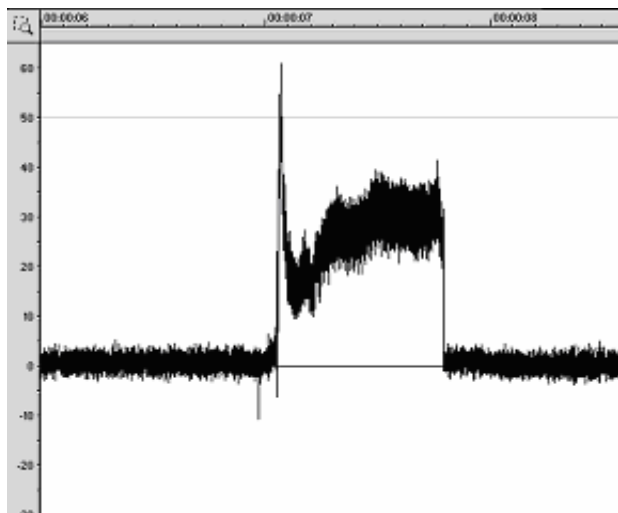


Рис. 8. Криві споживання струму при переводі стрілки з сильно забрудненими башмаками

Висновки

З вище перерахованого, можна зробити висновок, що за допомогою аналізу форми кривої споживання струму двигуном, та спектрального аналізу можна виявляти всі основні несправності двигуна постійного струму з послідовним збудженням і значну частину несправностей стрілочного переводу з досить великою точністю. Звичайно повністю всі несправності приводу визначити не вдасться, але автоматичний контроль визначених параметрів дає можливість в значній мірі скоротити час перевірки стрілочного переводу, без додаткових затрат. Також до переваг даної системи можна віднести можливість контролю як двигунів і стрілок станції, так і гірок [7]. Авторами на даний час визначено діагностичні ознаки для 16 несправностей стрілочних переводів, схем керування стрілкою та стрілочних двигунів. Найбільшим плюсом даної системи контролю є те, що виявлення несправностей відбувається в автоматичному режимі в процесі їх експлуатації без виключення стрілки з електричної централізації в автоматичному режимі.

Бібліографічний список

1. Инструкция з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування.

2. Резников, Ю. М. Электроприводы ж.д. А и Т [Текст] / Ю. М. Резников. – М.: Транспорт, 1985.

3. Маловічко, В. В. Визначення діагностичних ознак для автоматизованого контролю технічного стану стрілочних електроприводів [Текст] / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилюк, В. Я. Кізяков // Вісник Дніпропетровського національного університету імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 17. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007.

4. Безрученко, В. Н. Электрические машины [Текст] / В. Н. Безрученко. – К.: Вища шк. Головное изд-во. – 1987. – 215 с.

5. Сапожников, Вл. В. Станционные системы автоматики и телемеханики: Учеб. Для вузов ж.-д. трансп. [Текст] / Вл. В. Сапожников, Б. Н. Елкин, И. М. Кокурин и др. // М.: Транспорт. – 1997. – 432 с.

6. Резников, Ю. М. Стрелочные электроприводы электрической и горочной централизации [Текст] / Ю. М. Резников // М.: Транспорт. – 1975.

7. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода [Текст] / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер // М.: Энергоиздат. – 1981. – 576 с.

Ключові слова: стрілочні переводи, двигун, залізничні станції, струм.

Ключевые слова: стрелочные переводы, двигатель, железнодорожные станции, ток.

Key words: switch transfer, machine, railway station, current.

Надійшла до редколегії 16.12.2010.

Прийнята до друку 17.12.2010.

