УДК 656.211.5 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.146.2014.73966

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЙКОВИХ КІЛ МАНЕВРОВОГО РАЙОНУ СТАНЦІЇ

Д-р техн. наук В.І. Мойсеєнко, А.О. Петренко

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ МАНЕВРОВОГО РАЙОНА СТАНЦИИ

Д-р техн. наук В.И. Мойсеєнко, А.А. Петренко

IMPROVEMENT OF THE RAIL CIRCLES IN THE SHUTTING ZONE

Doct. of techn. sciences V. Moiseienko, A. Petrenko

У статті викладено дослідження роботи гіркового рейкового кола з керованим вентилем-тиристором у маневровому районі станції. Використання гіркового рейкового кола з керованим вентилем-тиристором дозволить вирішити більшість проблем, що виникають при експлуатації типових схем рейкових кіл у маневровому районі станції.

Ключові слова: *маневровий район станції, рейкове коло, керований вентиль-тиристор, чотириполюсник, електрична схема заміщення, нормальний режим, шунтовий режим.*

В статье изложено исследование работы горочной рельсовой цепи с управляемым вентилем-тиристором в маневровом районе станции. Использование рельсовой цепи с управляемым вентилем-

тиристором позволит решить большинство проблем, возникающих при эксплуатации типовых схем рельсовых цепей в маневровых районах станций.

Ключевые слова: *маневровый район станции, рельсовая цепь, управляемый вентиль-тиристор, четырехполюсник, электрическая схема замещения, нормальный режим, шунтовой режим.*

The article describes a research of the hump rail circle with controlled thyristor in the shutting zone. The use of the hump rail circle with controlled thyristor can to decision a plurality of problems that arise in time operating typical circuit of the rail circle in the shutting zone.

Keywords*: shutting zone, rail circle, controlled thyristor, four-terminal, electric equivalent circuit, normal operating conditions, shunt operating conditions.*

Вступ. Маневрова робота є важливою частиною перевізного процесу на залізничному транспорті і суттєво впливає на його ефективність. Основним джерелом первинної інформації про стан маневрової роботи є рейкові кола. На сьогодні існує велика кількість різновидів рейкових кіл. Вони мають свої недоліки та переваги, на які слід звертати увагу при виборі їх типу для застосування.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Рейкові кола функціонують у дуже складних умовах, існування яких пов'язано з технологічними процесами роботи промислових підприємств, які обслуговує станція. Внаслідок цих причин типові схеми станційних рейкових кіл функціонують дуже ненадійно, негативно впливаючи на якість виконання маневрової роботи. Останнім часом ставиться питання про доцільність використання типових схем рейкових кіл у маневрових районах станції. Тому дана проблематика є актуальною як у науковому, так і в інженерному аспектах.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Проблеми удосконалення станційних рейковіх кіл достатньо детально відображені у [1,2,6]. Слід виділити роботу Тарасова Є.М. [3], присвячену математичному моделюванню рейкових кіл з розподіленими параметрами, яка розширює можливості класичного підходу [1]. Останнім часом можна спостерігати збільшення наукових робіт, присвячених модернізації станційних і зокрема гіркових рейкових кіл з використанням нелінійних елементів [5]. Такий підхід, на думку авторів, є досить конструктивним й має право на існування у перспективі.

Визначення мети та задачі дослідження. Дослідження рейкових кіл маневрового району залізничної станції та розроблення рекомендацій щодо їх удосконалення.

Основна частина дослідження. Аналіз літературних та наукових джерел [1-10] показав можливість використання у маневровому районі станції рейкових кіл з керованим вентилем-тиристором (РК з КВТ). Разом з тим існує декілька проблем, наприклад збільшення довжини, умов експлуатації тощо. Ці проблеми потребують проведення додаткового дослідження.

Тому на першому етапі розглянемо роботу РК з КВТ у шунтовому та нормальному режимах. Пропоноване РК є нормальнозамкнуте і має приймач порогової дії, внаслідок чого має високу шунтову чутливість, підвищену швидкість зчитування інформації. Завдяки високому опору колійного приймача вся апаратура РК розташовується на посту ЕЦ. Високий вхідний опір на кінцях РК забезпечується завдяки передачі тільки інформаційного сигналу незначної потужності.

В нормальному режимі на вході колійного приймача забезпечується рівень сигналу, який є достатнім для відкриття робочих кіл керованих вентилів – тиристорів КВТ1 та КВТ2, за рахунок чого якір реле П надійно утримується в притягнутому стані при найгірших умовах (рис. 1). У шунтовому режимі сигнал на вході колійного приймача знижується до рівня, при якому відбувається закриття КВТ1 та КВТ2, і реле П надійно відпускає свій якір.

Колійний (КТ) та місцевий (МТ) трансформатори підключені до однієї фази живлення. Така схема живлення колійного приймача є фазочутливою, чим забезпечується надійний контроль короткого замикання ізолюючих стиків у суміжних РК та захист колійного приймача від завад.

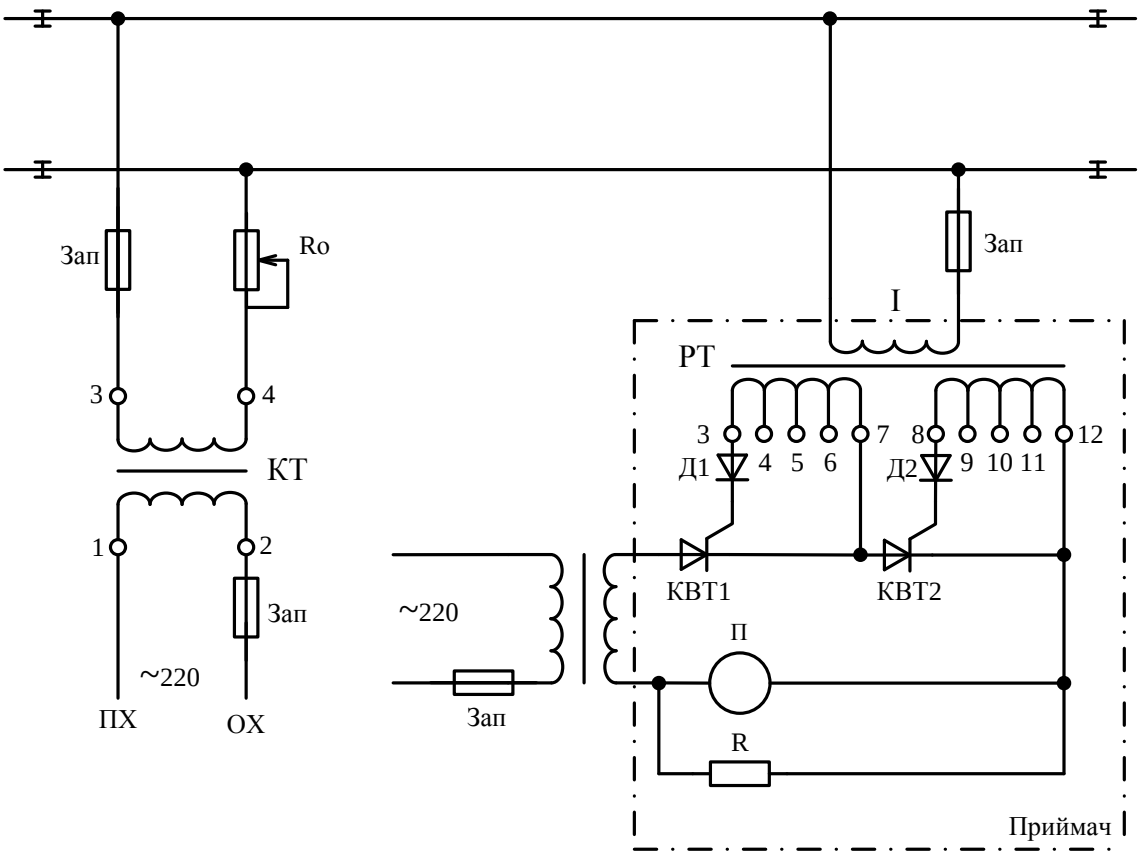

Рис. 1. Схема РК з керованим вентилем-тиристором

Необхідно дослідити роботу гіркового рейкового кола (РК) з керованим вентилем-тиристором (КВТ) при довжині РК 200 м, яка є значно більшою, ніж при використанні даного РК у гіркових умовах (максимальна довжина 11,5 м). Зважаючи на те, що РК розташоване у маневровому районі станції, розрахунок проводився тільки в нормальному та шунтовому режимах.

РК може бути представлене електричною схемою заміщення, яка складається з каскадно з'єднаних чотириполюсників (ЧП) з відповідними (А)-параметрами, що визначаються окремими складовими, що входять до схеми РК з КВТ . На початку та кінці каскадно з'єднаних ЧП включені джерело живлення та тиристор, який є приймачем для даного РК (рис. 2).

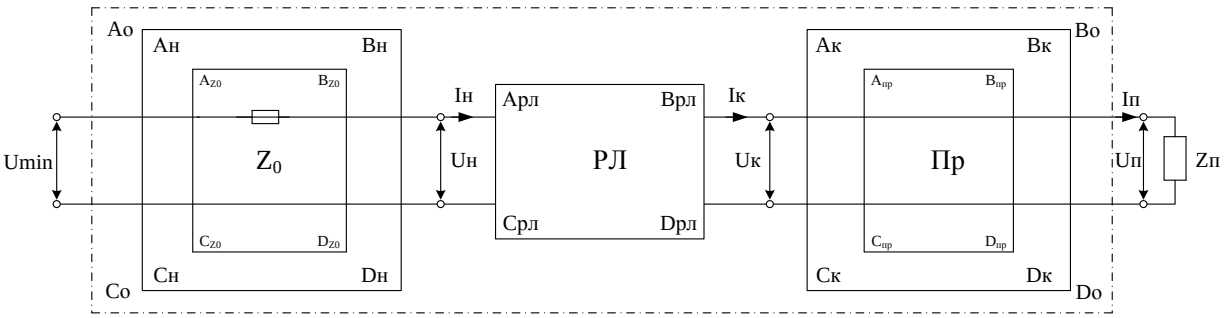

Рис. 2. Загальна схема заміщення РК з керованим вентилем-тиристором

При каскадному з'єднанні будь-який ЧП характеризується матрицею (*A*)-параметрів з коефіцієнтами *A, B, C, D*, які в ЧП зв'язують між собою вхідні ($\dot{U}_1$, $\dot{I}_1$) та вихідні ($\dot{U}_2$, $\dot{I}_2$) напруги та струми у матричній формі (системі рівнянь)

$$\begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{pmatrix} = (\mathrm{A}) \cdot \begin{pmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}, \qquad \begin{cases} \dot{U}_1 = A\dot{U}_2 + B\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = C\dot{U}_2 + D\dot{I}_2 \end{cases}. \tag{1}$$

Значення коефіцієнтів *A, B, C, D* визначається внутрішньою структурою ЧП та електричними параметрами елементів цієї структури (для проведення розрахунків довідкові дані коефіцієнтів ЧП та електричні параметри елементів, що входять до складу РК з КВТ, наведені в [2]). При каскадному з'єднанні кількох ЧП узагальнені (А)-параметри еквівалентного ЧП знаходяться шляхом перемноження матриць (А)-параметрів всіх ЧП у послідовності їх включення в тракт передачі від джерела живлення до навантаження [3].

$$\begin{pmatrix} A_з & B_з \\ C_з & D_з \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{z_0} & B_{z_0} \\ C_{z_0} & D_{z_0} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_{рл} & B_{рл} \\ C_{рл} & D_{рл} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_{пр} & B_{пр} \\ C_{пр} & D_{пр} \end{pmatrix} \tag{2}$$

При відомих (*A*)-параметрах ЧП, що входять у схему заміщення на рис. 2, розрахунки напруг на входах колійних приймачів $U_П$. дозволяють визначити працездатність схеми рис. 1 у нормальному режимі. Тобто, при вільному стані РК на вході колійного приймача забезпечується потрібний рівень сигналу.

Шунтовий режим характеризується наявністю на контрольованій ділянці рейкової лінії рухомої одиниці. Критерієм надійності шунтового режиму є співвідношення

$$К_ш \geq 1, \tag{3}$$

де $К_ш$ - коефіцієнт шунтової чутливості до нормального поїзного шунта для будь-якої відносної координати $Р_{ШН}$ рейкової лінії.

На РК у шунтовому режимі, окрім різних факторів (температура повітря, опади) чиниться дискретний вплив шунта з опором $R_{ШН}$=1,5Ом [2]. Враховуючи це, складаємо схему заміщення РК для шунтового режиму (рис. 3).

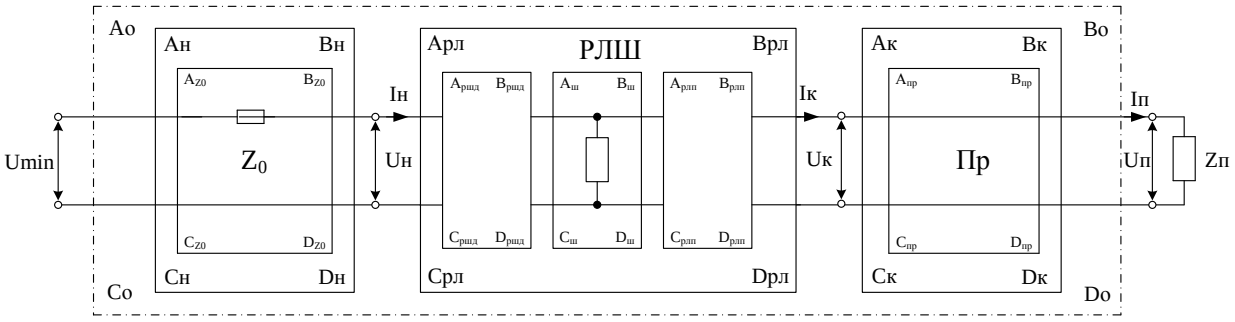

Рис. 3. Схема заміщення РК з керованим вентилем-тиристором у шунтовому режимі

ЧП рейкової лінії в шунтовому режимі (РЛШ) складається з трьох каскадно з'єднаних ЧП: ЧП РШД довжиною (*l - x) км* від початку рейкової лінії до місця накладання шунта, РЛП довжиною *x* кілометрів від місця розташування поїзного шунта $R_{ШН}$ до кінця рейкової лінії, ЧП

Ш безпосереднього місця накладання шунта. Записавши все вищевикладене у вигляді добутку матриць, отримаємо:

$$[\mathrm{A}_{\text{рлш}}] = \begin{pmatrix} A_{\text{ршд}} & B_{\text{ршд}} \\ C_{\text{ршд}} & D_{\text{ршд}} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} A_{\text{ш}} & B_{\text{ш}} \\ C_{\text{ш}} & D_{\text{ш}} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} A_{\text{рлп}} & B_{\text{рлп}} \\ C_{\text{рлп}} & D_{\text{рлп}} \end{pmatrix} . \quad (4)$$

Коефіцієнти ЧП $\mathrm{A}_{\text{рлш}}$ розраховуються із системи рівнянь:

$$\begin{cases} \mathrm{A}_{\text{рлш}} = \left(\cosh(\gamma(l-x)) + \frac{Z_{\text{в}}\sinh(\gamma(l-x))}{\mathrm{R}_{\text{ШН}}}\right)\cosh(\gamma x) + \sinh(\gamma(l-x))\sinh(\gamma x) \\ B_{\text{рлш}} = \left(\cosh(\gamma(l-x)) + \frac{Z_{\text{в}}\sinh(\gamma(l-x))}{\mathrm{R}_{\text{ШН}}}\right)Z_{\text{в}} + Z_{\text{в}}\sinh(\gamma(l-x))\cosh(\gamma x) \\ C_{\text{рлш}} = \left(\frac{\sinh(\gamma(l-x))}{Z_{\text{в}}} + \frac{\cosh(\gamma(l-x))}{\mathrm{R}_{\text{ШН}}}\right)\cosh(\gamma x) + \frac{\cosh(\gamma(l-x))\sinh(\gamma x)}{Z_{\text{в}}} \\ D_{\text{рлш}} = \left(\frac{\sinh(\gamma(l-x))}{Z_{\text{в}}} + \frac{\cosh(\gamma(l-x))}{\mathrm{R}_{\text{ШН}}}\right)Z_{\text{в}}\sinh(\gamma x) + \cosh(\gamma(l-x))\cosh(\gamma x) \end{cases} . \quad (5)$$

Обчисливши (А)-параметри ЧП РЛШ та обчисливши у подальшому повний опір передачі і припустиме значення напруги джерела живлення $U_{\text{ДШ}}$, знаходимо $K_{\text{ш}}$. Нижче подано графік, що вказує на те, що шунтовий режим у рейковому колі виконується (рис. 4).

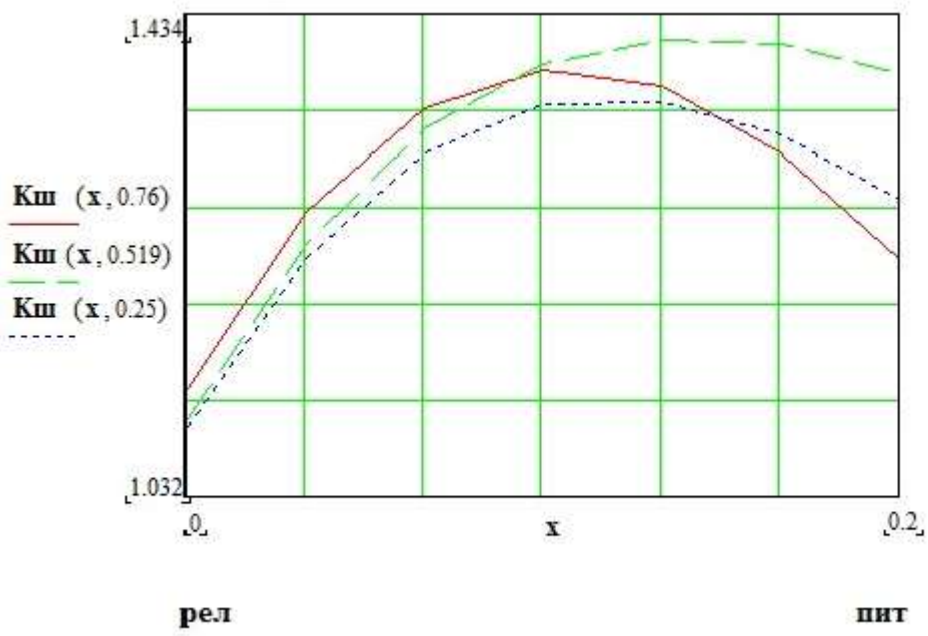

Рис. 4. Графік залежності коефіцієнта шунтової чутливості від місця накладання шунта

Виходячи з графіка можна зробити висновок, що як і у більшості РК шунтова чутливість РК з УВТ мінімальна на кінцях рейкової лінії. Стійка робота рейкового кола даного типу забезпечується при довжині 200 м, що дає змогу рекомендувати його для використання у маневровому районі залізничної станції.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Отже, зважаючи на проведене дослідження, можна стверджувати про доцільність

використання гіркового рейкового кола з керованим елементом у маневрових районах станцій магістрального та промислового залізничного транспорту. Їх використання надасть змогу:

- підвищити швидкість зчитування інформації;
- зменшити споживану потужність;
- підвищити шунтову чутливість;
- забезпечити надійний контроль замикання ізолюючих стиків і захист колійного приймача від побічних впливів;
- розташувати всю апаратуру на посту ЕЦ.

Головною проблемою при використанні РК з КВТ є вибір налаштувань, які мають забезпечити надійне вмикання і вимикання робочого кола при доволі широких розкидах вхідних параметрів тиристорів, тому слід чітко дотримуватися методики налаштування, викладеної у [1].

Список використаних джерел

1. Аркатов, В.С. Рельсовые цепи магистральных железных дорог [Текст]: справочник / В.С. Аркатов, Н.Ф. Котляренко, А.И. Баженов, Т.Л. Лебедева. – М.: Транспорт, 1982. – 360 с.
2. Аркатов, В.С. Рельсовые цепи магистральных железных дорог [Текст]: справочник / В.С. Аркатов, Ю.В. Аркатов, С.В. Казеев, Ю.В. Ободовский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО Миссия-М, 2006. – 496 с.
3. Тарасов, Е.М. Математическое моделирование рельсовых цепей с распределенными параметрами рельсовых линий [Текст]: учеб. пособие / Е.М. Тарасов. – Самара: СамГАПС, 2003. – 118 с.
4. Однопозов, Ю.А. Электрическая централизация маневровых районов станций [Текст] / Ю.А. Однопозов, И.А. Хилькевич. – М.: Транспорт, 1985. – 112 с.
5. Котляренко, Н.Ф. Рельсовые цепи с управляемым вентилем-тиристором [Текст] / Н.Ф. Котляренко, А.С. Капуста, А.М. Санин, С.А. Шевченко // Автоматика телемеханика и связь. – 1977. – Вып. 5. – С 12-14.
6. Аркатов, В.С. Рельсовые цепи магистральных железных дорог [Текст]: справочник / В.С. Аркатов, А.И. Баженов, Н.Ф. Котляренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1992. – 384 с.
7. Сагайтис, В.С. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок [Текст]: справочник / В.С. Сагайтис, В.Н. Соколов. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 208 с.
8. Гитцевич, А.Б. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры [Текст]: справочник / А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Моряков и др.; под ред. А.В. Голомедова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 208 с.
9. Шейкин, В.П. Эсплуатация механизированных сортировочных горок [Текст] / В.П. Шейкин. – М: Транспорт, 1992. – 240 с.
10. Перникис, Б.Д. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ [Текст] / Б.Д. Перникис, Р.Ш. Ягудин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Транспорт, 1994. – 254 с.

Петренко Антон Олександрович, магістрант Української державної академії залізничного транспорту. E-mail: mantr88@gmail.com.
Мойсеєнко Валентин Іванович, д-р техн. наук, кафедра спеціалізовані комп'ютерні системи, Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-62.

Petrenko Anton Oleksandrovych, master Ukraine State Academy of Railway Transport. E-mail: mantr88@gmail.com.
Moiseienko Valentyn Ivanovych, doct. of techn. sciences, professor department of «Specialized computer systems» Ukraine State Academy of Railway Transport.Tel.: (057) 730-10-42.