

участки рельсовой линии, определяются следующим образом [2] с использованием значений волнового сопротивления Z_B и коэффициента распространения γ рельсовой линии:

$$A_{o1} = D_{o1} = \operatorname{ch} \gamma l_1; B_{o1} = Z_B \operatorname{ch} \gamma l_1; C_{o1} = \frac{\operatorname{ch} \gamma l_1}{Z_B};$$

$$\begin{vmatrix} A_{2ш} & B_{2ш} \\ C_{2ш} & D_{2ш} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_{ш}} & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \operatorname{ch} \gamma l_2 & Z_B \operatorname{sh} \gamma l_2 \\ \frac{\operatorname{sh} \gamma l_2}{Z_B} & \operatorname{ch} \gamma l_2 \end{vmatrix}$$

По полученным выражениям, пользуясь известными (например, измеренными стационарными средствами системы диагностирования и мониторинга) значениями $I_{код}$, $U_{код}$, $U_{пп}$ и $I_{пп}$, можно рассчитать значение тока $I_{алс}$ при различных длинах участков рельсовой линии перед и после поездного шунта.

Таким образом, могут быть построены эталонные зависимости для использования в классификаторах состояний рельсовых цепей. Эталонные зависимости можно построить во всех интересующих нас диапазонах возможных изменений значений параметров рельсовых линий – удельного сопротивления рельсов и удельного сопротивления изоляции (балласта). Также в ходе моделирования и расчетов могут быть выявлены критические условия для режима АЛС конкретных рельсовых цепей, находящихся под воздействием конкретных дестабилизирующих факторов, что важно для разработки методов и алгоритмов выявления предотказных состояний рельсовых цепей.

Список литературы

- 1 Мурин, С. А. Локомотивный комплекс регистрации параметров АЛС / С. А. Мурин, Е. Е. Шухина, С. В. Рунцев // Автоматика, связь, информатика. – 2016. – № 1. – С. 14–16.
- 2 Рельсовые цепи магистральных железных дорог: справочник / В. С. Аркатов [и др.] ; под ред. В. С. Аркатова. – М. : Транспорт, 1982. – 360 с.

УДК 656.259.12+06

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ В ШУНТОВОМ РЕЖИМЕ

Д. В. ШВАЛОВ, Е. Р. ПЛЕЧИСТОВА, А. Д. МАМОНТОВА

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

В соответствии с действующей технологией обслуживания фазочувствительных рельсовых цепей контроль шунтового режима производится путем контроля изменения состояния путевого реле (переход в состояние «без тока») и контроля уровня остаточного напряжения на путевой обмотке путевого реле. Современные средства технического диагностирования и мониторинга (ТДМ) обеспечивают измерение остаточного напряжения в непрерывном режиме, что позволяет выявлять отклонения от нормативного значения в реальном времени. Также в реальном времени средствами ТДМ фиксируется возникновение предотказного состояния, зона которого устанавливается заранее. Однако, даже находясь в пределах нормативных значений, остаточное напряжение может изменяться под воздействием различных дестабилизирующих факторов, своевременное выявление которых в некоторых случаях является весьма актуальной задачей с точки зрения обеспечения безопасной и бесперебойной работы рельсовой цепи. В этой связи актуальной представляется задача увеличения глубины диагностирования рельсовых цепей на основе мониторинга характера изменения значений их параметров и сравнения фактических значений с нормативными или соответствующими исправному состоянию рельсовой цепи в конкретных условиях эксплуатации.

Критерием выполнения шунтового режима рельсовой цепи является коэффициент шунтовой чувствительности к поездному шунту [1]. При расчетах регулировочных таблиц, согласно из-

вестной методике [2], достаточно определить значения коэффициента шунтовой чувствительности при наложении нормативного шунта на питающих и релейных концах, то есть выполнить проверку шунтовой чувствительности по концам рельсовой цепи. В условиях эксплуатации представляет интерес непрерывный мониторинг шунтовой чувствительности на всей длине рельсовой линии.

Рассмотрим схему замещения фазочувствительной рельсовой цепи (рисунок 1), в состав которой включены следующие элементы, представленные четырехполюсниками:

$R_{сн}$ – сопротивление соединительных проводов в постовых схемах;

$R_{кл}$ – кабельная линия между постом централизации и напольным оборудованием;

ПТ – источник питания рельсовой цепи (путевой трансформатор);

ДТ – дроссель-трансформаторы;

$R_{п}$ – сопротивление подстроечных резисторов и соединительных проводов между путевыми ящиками и дроссель-трансформаторами;

$Z_{рл}$ – рельсовая линия;

$R_{ш}$ – поездной шунт;

$Z_{зб}$ – защитный блок-фильтр;

$Z_{пн}$ – путевое реле.

Также на схеме замещения обозначены:

U, I – выходные напряжение и ток на питающем конце (измеренные на кроссовом стативе);

$U_{ип}, I_{ип}$ – выходные напряжение и ток источника питания рельсовой цепи;

$U_{пн}, I_{пн}$ – напряжение и ток на путевом реле.

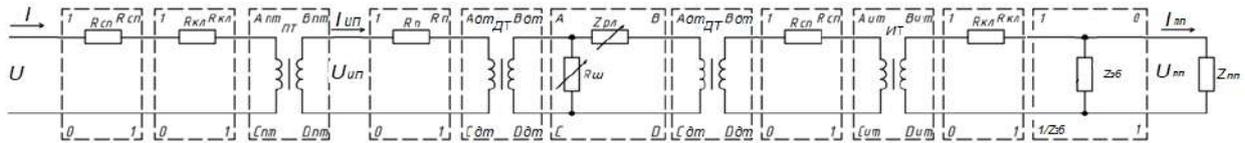


Рисунок 1

Фактический коэффициент шунтовой чувствительности определяется как отношение выходного напряжения источника питания $U_{ип}$ к напряжению на путевом реле $U_{пн}$ [2]. Напряжение $U_{пн}$ может быть измерено средствами ТДМ, а напряжение $U_{ип}$ для рассматриваемого типа рельсовых цепей средствами ТДМ измерить нельзя, так как источник питания (путевой трансформатор) размещается в путевом ящике. Поэтому выходное напряжение определяется из выражений

$$U = A_3 U_{ип} + B_3 U_{пн}; \quad I = C_3 U_{ип} + D_3 U_{пн},$$

где A_3, B_3, C_3, D_3 – коэффициенты четырехполюсника, полученного путем объединения трех четырехполюсников ($R_{кл}, R_{сн}$ и ПТ).

Расчетные значения $U_{пн}$ и $I_{пн}$ в динамическом режиме (в процессе движения поезда по рельсовой линии) могут быть получены из выражений

$$U = A_0 U_{пн} + B_0 I_{пн}; \quad I = C_0 U_{пн} + D_0 I_{пн},$$

где A_0, B_0, C_0, D_0 – коэффициенты общего четырехполюсника рельсовой цепи, полученного путем объединения всех входящих в схему четырехполюсников.

Расчет коэффициентов четырехполюсника рельсовой линии производится в определенные моменты времени, соответствующие последовательному занятию и освобождению рельсовой линии поездом с учетом фактического значения сопротивления поездного шунта и фактической длине свободной части рельсовой линии. Динамика изменения принимаемых для расчетов значений сопротивления поездного шунта ($R_{ш}$) и фактической длины свободной части рельсовой линии ($L_{рл}$) показана на рисунке 2 (без указания конкретных значений), где крайние левая и правая точки графиков соответствуют нахождению одной колесной пары на концах рельсовой линии. В этих двух случаях длина свободной части рельсовой линии принимается равной расчетной длине рельсовой цепи.

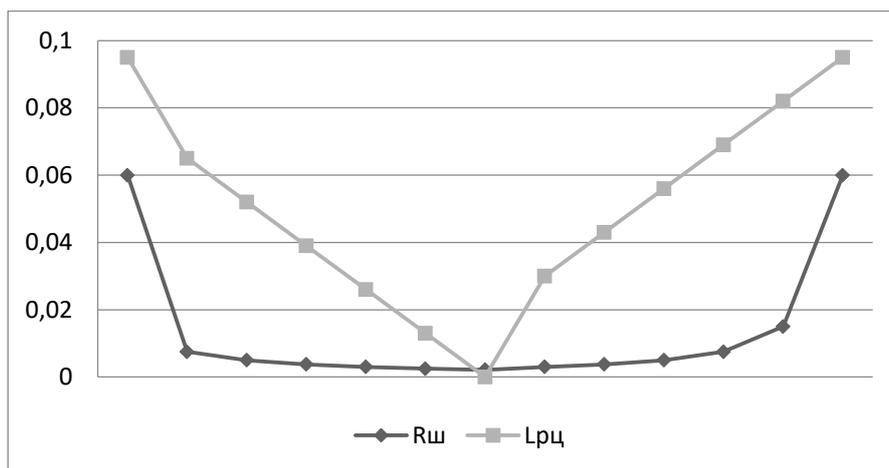


Рисунок 2

В результате могут быть получены зависимости изменения значений $U_{\text{шп}}$, $I_{\text{шп}}$ в динамике движения поезда по рельсовой линии от момента вступления до момента освобождения. По полученным значениям можно получить характер изменения коэффициента шунтовой чувствительности к поезвному шунту на всем протяжении рельсовой линии при изменяющихся значениях сопротивления шунта. Динамика изменения значений $U_{\text{шп}}$, $I_{\text{шп}}$ может быть использована при реализации алгоритма логического распознавания характера занятия рельсовой цепи – фактическая или ложная; такой алгоритм может быть дополнением к алгоритмам логического контроля последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей, реализуемым в системах централизации стрелок и светофоров.

Список литературы

- 1 **Брылеев, А. М.** Устройство и работа рельсовых цепей / А. М. Брылеев, А. В. Шишляков, Ю. А. Кравцов. – М. : Транспорт, 1966. – 264 с.
- 2 **Аркатов, В. С.** Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание / Ю. А. Кравцов, Б. М. Степенский. – М. : Транспорт, 1990. – 295 с.