

ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В НЕОДНОРОДНЫХ ТЯГОВЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЯХ

В. И. ШАМАНОВ, Д. В. ДЕНЕЖКИН

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Использование рельсовых линий для одновременного с тяговыми токами пропуска сигнальных токов рельсовых цепей (РЦ) и автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) приводит к появлению мощных помех, вызывающих кратковременные отказы (сбои) в работе этой аппаратуры. В результате огни светофоров переключаются на ложные показания, требующие снижения скорости движения поездов. Перекрытия перед движущимся поездом разрешающего показания напольного светофора на запрещающее показание вызывает необходимость применения экстренного торможения. Если ложные переключения ламп локомотивного светофора происходят часто, поездной бригаде разрешено отключать аппаратуру АЛС. Все это увеличивает вероятность аварий и крушений.

Уровень данных помех определяется величиной асимметрии тягового тока под приемными локомотивными катушками АЛС или в местах подключения к рельсам аппаратуры РЦ. Первоисточником появления асимметрии тягового тока является асимметрия продольного и (или) поперечного сопротивлений рельсовых нитей (РН) в рельсовой линии (РЛ). Асимметрия сопротивлений распределяется по длине РЛ случайным образом, поэтому асимметрия тягового тока изменяется по длине РЦ тоже случайным образом [1]. Для выявления причин сбоев в работе РЦ и АЛС необходимо знать, как распределяются величины электрических сопротивлений элементов РН по длине РЛ.

Известные способы измерения в РЦ позволяют находить только величины продольного и (или) поперечного сопротивления РЛ по всей ее длине при автономной тяге [2]. Известны также способы раздельного измерения сопротивлений токопроводящих и электроизолирующих элементов РЛ [1, 3]. Но поэлементные измерения отличаются большой трудоемкостью их проведения и обработки результатов. запатентованный способ измерения электрических сопротивлений в неоднородных РН на электрифицированных участках железных дорог устраняет эти недостатки [4].

РН при анализе процессов протекания по ним тяговых токов можно представить в виде последовательного соединения Т-образных схем замещения (трехполюсников). В схемах замещения РН на рисунках *a* и *b* последовательно включенными резисторами с сопротивлениями Z_1 и Z_2 обозначены сопротивления половин рассматриваемых отрезков рельсов, т. е. половины продольного сопротивления отрезка РН. Резистором $R_{рз}$ обозначено распределенное по длине отрезка РН ее поперечное сопротивление – сопротивление между рельсами и землей. $Z_{вх2}$ – входное сопротивление РН по отношению к земле, примыкающей к концу рассматриваемого ее отрезка.

У неоднородных РН и продольное, и поперечное сопротивления изменяются по длине РЛ, поэтому на рисунке $Z_1 \neq Z_2$. Сопротивление рельсов по отношению к земле $R_{рз}$ также меняется.

При работе рельсовой тяговой сети в нормальном режиме измеряются следующие токи и напряжения (рисунок 1, *a*): I'_1 – тяговый ток, втекающий в рассматриваемый отрезок рельсовой нити; I'_2 – вытекающий из рельсов тяговый ток на ее выходе; U'_2 – напряжение между рельсами и удаленной землей на выходном конце этого отрезка РН.

На рисунке 1, *b* показаны токи и напряжения, которые измеряются в рельсовой нити на выходном для тягового тока конце при коротком замыкании ее рельсов на землю: I''_1 – тяговый ток, втекающий в рассматриваемый отрезок рельсовой нити; I''_2 – вытекающий из рельсов тяговый ток при их коротком замыкании на землю; U''_1 – напряжение между рельсами и удаленной землей на входном конце отрезка рельсовой нити в этом режиме измерения.

Доказано, что использование измеренных значений указанных токов и напряжений позволяет проведением несложных вычислений находить численные значения продольного и поперечного электрических сопротивлений рассматриваемого отрезка РН по следующим формулам [4].

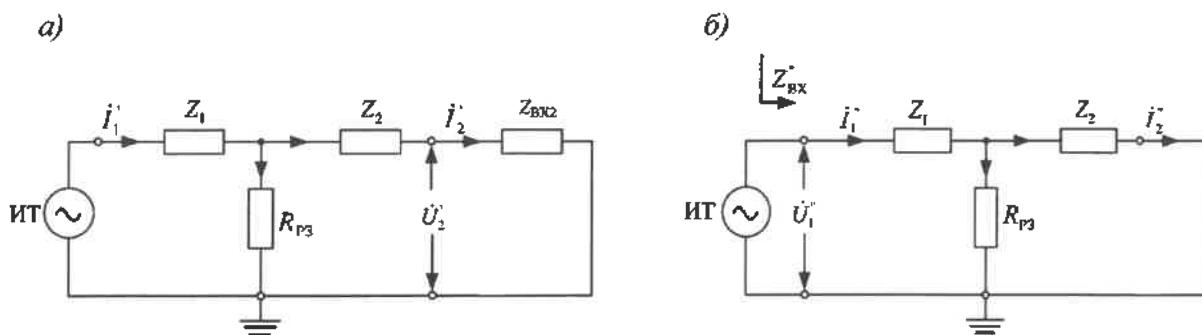


Рисунок 1 – Схемы включения измерительных приборов

Величина сопротивления Z_2 рельсов второй половины отрезка РН

$$Z_2 = \frac{i_1'' - i_2''}{i_1' i_2'' - i_2' i_1''} \cdot i_2' Z_{вх2} = \frac{i_1'' - i_2''}{i_1' i_2'' - i_2' i_1''} \cdot U_2' \quad (1)$$

Величина сопротивления между рельсами и землей у рассматриваемого отрезка РН

$$R_{рз} = \frac{i_2''}{i_1'' - i_2''} Z_2 \quad (1)$$

Сопротивление Z_1 рельсов первой половины отрезка РН

$$Z_1 = \frac{U_1''}{i_1''} - \frac{Z_2 R_{рз}}{Z_2 + R_{рз}} \quad (2)$$

Достоинством предложенного способа измерений является его простота и близость к реальному процессу растекания тяговых токов в неоднородных РН, по длине которых величины продольных и поперечных сопротивлений в общем случае изменяются.

Величина переменного тягового тока в рельсах может измеряться каким-либо бесконтактным амперметром с катушкой индуктивности или косвенным способом, например, по падению напряжения на отрезке сплошного рельса фиксированной длины [1].

Измерения в условиях эксплуатации, а также компьютерные эксперименты с использованием предложенного способа для измерения электрических сопротивлений элементов рельсовых нитей в рельсовых цепях на участках с электротягой переменного тока подтвердили достоверность получаемых результатов.

Список литературы

- 1 Шаманов, В. И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики / В. И. Шаманов, – М. : ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте», 2013. – 244 с.
- 2 Дмитренко, И. Е. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / И. Е. Дмитренко, Д. В. Дьяков, В. В. Саложников – М. : Транспорт, 1994. – 263 с.
- 3 Шаманов, В. И. Помехи на аппаратуру рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации. Средства защиты : учеб. пособие / В. И. Шаманов – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте», 2018. – 304 с.
- 4 Способ измерения электрических сопротивлений в неоднородных рельсовых нитях на электрифицированных участках железных дорог / В. И. Шаманов [и др.]. Патент РФ № 2695438. Оpubл. 23.07.2019. Бюл. № 21. – 11 с.

УДК 656.254.16:629.783

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКА СВЯЗИСТОВ-РАДИСТОВ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В. Г. ШЕВЧУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Постановлением совета министров республики беларусь от 15 июля 2011 г. № 954 «об отдельных вопросах дополнительного образования взрослых» (с изменениями и дополнениями), введенным в действие с 1 сентября 2011 г. [1], утверждено положение о непрерывном профессио-