

УДК 626.25

DOI 10.21661/r-554421

*Р.М. Алиев***КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ БЕССТЫКОВЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ**

***Аннотация:** в статье рассматривается тема управления движением поездов, которое немыслимо без современных систем железнодорожной автоматизации и телемеханики, где наиболее ответственным устройством (элементом) контролирующим состояние путевых участков являются рельсовые цепи, от надежности работы которых зависит эффективность функционирования системы интервального регулирования движения поездов.*

***Ключевые слова:** автоматика, телемеханика, рельсовые цепи, изолирующий стык, частота.*

На железных дорогах применяют различные типы рельсовых цепей. Одна из разновидностей рельсовой цепи показана на рисунке 1. Они эксплуатируются в различных почвенно-климатических условиях, при автономной и электрической тяге, на станциях и перегонах [1].

Согласно статистическим данным вероятность безотказной работы рельсовой цепи типовой кодовой автоблокировки в течение года $P=0,82$, а среднее время безотказной работы рельсовой цепи – 5 лет, т.е. в год на каждые пять рельсовых цепей в среднем происходит один отказ [2].

Доля отказов в работе рельсовых цепей за счет неисправности изолирующих стыков от общего числа отказов в процессе эксплуатации составляет примерно 28% на перегонах и 40–50% на станциях. Параметр потока отказов изолирующих стыков на перегоне составляет $2,68 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Вероятность исправной работы изолирующего стыка в течение года равна всего 0,97. В среднем на каждые 40 изолирующих стыков в год случается один отказ [3].

Большой процент отказов имеют также стыки с приварными рельсовыми соединителями и стыки на графитовой смазке.

Параметр потока отказов стыков на графитовой смазке в среднем в полтора раза выше, чем у стыков с приварными соединителями. Среднее время безотказной работы составляет 3,7 года для стыков на графитовой смазке и 5,9 года для стыков с приварными соединителями [6].

Таким образом, низкая надежность изолирующих стыков, а также внедрение бесстыкового пути ставит задачу исключения изолирующих стыков в рельсовых цепях, кроме этого, исключение изолирующих стыков даёт ряд дополнительных преимуществ: на участках с электротягой для обхода изолирующих стыков тяговым током устанавливаются дорогостоящие дроссели и дроссель-трансформаторы, которые, увеличивая сопротивление обратному тяговому току, вызывают дополнительные потери электроэнергии, а в рельсовых цепях без изолирующих стыков нет необходимости в пропуске тягового тока через дроссель-трансформаторы, поэтому количество последних сокращается вдвое [4; 5].

Ввиду того, что через дроссель-трансформаторы в рельсовых цепях без изолирующих стыков не проходит тяговый ток, а течет только ток асимметрии, то дроссель-трансформаторы могут применяться облегченного типа, т.е. основная обмотка может быть намотана проводом меньшего диаметра. Таким образом экономится дорогостоящая медь.

Применение рельсовых цепей без изолирующих стыков будет способствовать продлению срока службы рельсов, упрощению текущего содержания и повышению прочности пути. Устранение изолирующих стыков значительно повысит надежность действия устройств интервального регулирования поездов.

Одной из разновидностей рельсовых цепей без изолирующих стыков являются тональные рельсовые цепи [4], которые уже внедряются на железнодорожном транспорте и метрополитене. Тональные рельсовые цепи не имеют стыков и разделяются за счет использования в смежных рельсовых цепях различных частот. Используются следующие частоты: 420, 480, 580, 720, 780 [5]. Такие цепи имеют меньшую длину по сравнению со стыковыми цепями, но позволяют исключить самый ненадежный в работе элемент – стык (рис. 1).

На рисунке 1 приведена схема замещения тональной рельсовой цепи с питанием от ее середины со стационарным подключением приборов. На схеме показаны: рельсовые линии РЛ1, РЛ2, РЛ3, РЛ4, путевой генератор ПГ23, путевые приемники ПТ1, ПТ2, ПТ3, ПТ4, путевые трансформаторы ПТ1, ПТ2, ПТ3, фильтры Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, ограничитель R_0 , эквивалент сопротивления кабеля R_k . Кроме того, на рисунке 1.1 обозначены напряжение начала U_n и напряжение конца рельсовой линии U_k , токи по концам I_n и I_k , напряжение источника питания $U_{ип}$ и напряжение на входе путевого приемника $U_{пп}$, ток источника питания $I_{ип}$ и ток путевого приемника $I_{пп}$.

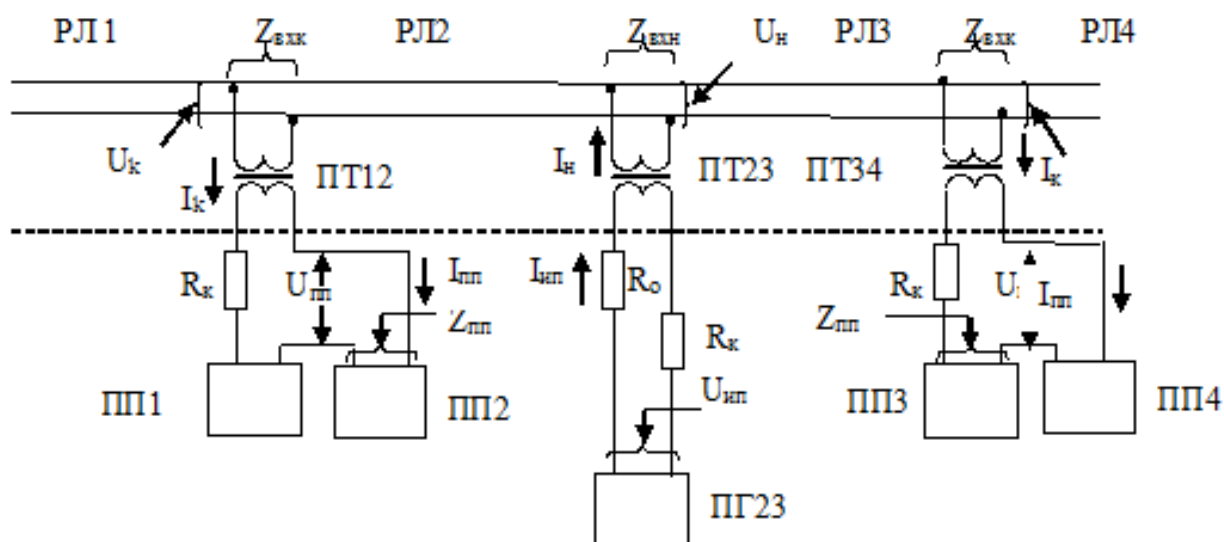


Рис. 1. Схема тональной рельсовой цепи с питанием от её середины

Однако сравнительно небольшая длина таких РЦ существенно снижает возможность их широкого применения. В условиях пониженного сопротивления изоляции предельная длина таких рельсовых цепей настолько мала, что их внедрение на транспорте сопряжено существенными затратами.

Кроме этого, в этих рельсовых цепях устанавливаются полосовые фильтры, которые трудно реализовать, что в свою очередь приводит к неустойчивой работе ТРЦ и большим экономическим затратам. Элементная база, из которой изготовлена ТРЦ, в сравнении с микропроцессорной элементной базой обладает низкой наработкой на отказ. Системы АБ с ТРЦ требуют наличия кабеля из-за невозможности использовать РЦ в качестве канала связи.

Из вышесказанного следует, что в настоящее время становится актуальным такое совершенствование РЦ, которое позволило бы обеспечить их надежную работу при пониженном сопротивлении изоляции и большой длине рельсовой линии. Это значительно снизит затраты на строительство и эксплуатацию систем ИРДП и повысит безопасность движения поездов.

Одним из наиболее перспективных методов контроля состояния бесстыковой РЛ (рис. 2) является метод, при котором фиксируется напряжение на входе приемника перед вступлением поезда на рельсовую линию – опорное напряжение (U_0). Поэтому напряжению определяются пороговое напряжение занятия $U_{ПЗ}$ и пороговое напряжение освобождения $U_{ПО}$. После вступления поезда на РЛ напряжение на входе приемника $U_{ПР}$ становится ниже порогового напряжения занятия $U_{ПЗ}$, фиксируется занятие путевого участка. С уходом поезда возрастает напряжение на входе приемника $U_{ПР}$ и становится выше порогового напряжения освобождения $U_{ПО}$, фиксируется освобождение путевого участка. Рельсовые цепи, использующие метод фиксации опорного напряжения, получили название относительных рельсовых цепей (ОРЦ).

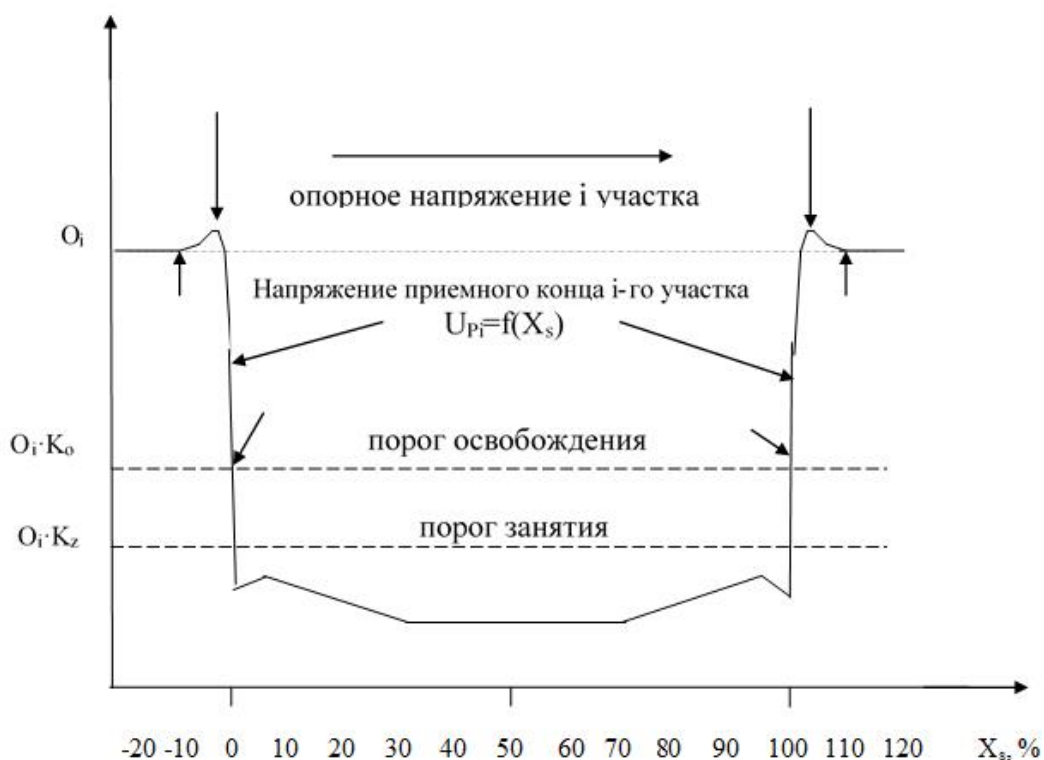


Рис. 2. График зависимости напряжения приемного конца от координаты

Преимущества ОРЦ перед рельсовыми цепями с приемниками релейного действия неоспоримы. Со временем ОРЦ существенно потеснят, а в дальнейшем и полностью вытеснят большинство известных рельсовых цепей. Широкое внедрение относительных РЦ позволит коренным образом повысить надежность и безопасность работы устройств интервального регулирования движения поездов (ИРДП).

Список литературы

1. Aliev Ravshan. A Method for Controlling the Freedom of Track Sections by the Axle Counting System International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET) 10 (5), 2021, pp. 5500–5502. DOI:10.15680/IJIRSET.2021.1005227
2. Гулямова М.К. Database concept, relevance and expert systems / М.К. Гулямова, Р.М. Алиев // Научное и образовательное пространство в условиях вызовов современности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 26 февр. 2021 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2021. – С. 125–127. – ISBN 978-5-6045909-6-6. doi:10.21661/r-553409
3. Aliev Ravshan, Aliev Marat, Tokhirov Ezoz. Model microprocessor device of four-wire scheme of the direction change German International Journal of Modern Science №11, 2021, pp. 30–32. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-11-1-30-32
4. Aliev Ravshan. A Rail line model with distributed parameters of track circuit IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1152 (2021) 012018. doi:10.1088/1757-899X/1152/1/012018
5. Aliev R.M., and Aliev M.M. (2020) Methods for calculating the coefficients of the rail fourpole of sensors control tonal frequency, Chemical Technology, Control and Management: 2020: 5 (13). DOI: <https://doi.org/10.34920/2020.5-6.68-71>
6. Tashmetov Timur, Tashmetov Kamoliddin, Aliev Ravshan, and Rasulmuhamedov Muhamadaziz (2020) Fuzzy information and expert systems for analysis of failure of automatic and telemechanic systems on railway transport, Chemical Technology, Control and Management: Vol. 2020: Iss. 5, Article 29. DOI:

<https://doi.org/10.34920/2020.5-6.168-171>

Алиев Равшан Маратович – д-р. техн. наук, доцент, преподаватель Ташкентского государственного транспортного университета, Узбекистан, Ташкент.
