

Е. ЛУКАСИК, Ш. СУРМА (СИЛЕЗСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

Силезский политехнический институт, Факультет транспорта, ул. Красинского 8/201, 40-019 Катовице, Польша, тел: +48 32 603 41 36, эл. почта: jerzy.lukasik@polsl.pl, szymon.surma@polsl.pl

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РЕЛЬСОВОГО СОЕДИНИТЕЛЯ НОВОГО ТИПА

1. Введение

В настоящее время в Польше важным техническим вопросом является обеспечение правильной работы обратной цепи. Основной причиной является кража элементов рельсовой сети, например, путевых дросселей и поперечных и продольных рельсовых соединителей. Большинство данных элементов первоначально были изготовлены из меди. Применение меди было электрически обусловлено, поскольку она имеет низкое сопротивление. С увеличением количества краж начались поиски альтернативного решения. В первую очередь вместо меди применялся алюминий. К сожалению, оказалось, что и этот материал имеет спрос на вторичном рынке сырья. В дальнейшем применялись алюминий-стальные тросы, а потом и стальные тросы. К сожалению, в некоторых регионах страны и этот материал не оправдал надежд. В связи с этим изыскивались возможности применения альтернативного решения. Такое решение должно обладать хорошими электрическими параметрами и одновременно быть неинтересным для воров.

Продольный рельсовый соединитель предназначен для обеспечения электрической непрерывности и предохранения асимметрии протекания обратного тока на тяговую подстанцию.



Рис. 1. Продольный стальной рельсовый соединитель приваренный к головке рельса

В данных условиях необходимо иметь возможность одновременной правильной работы цепи контроля занятости пути, а также датчиков для подтверждения проезда поезда. Про-

должный рельсовый соединитель может применяться и в нетяговом рельсе для обеспечения протекания сигнальных токов.

Кроме того, рельсовый соединитель может эксплуатироваться на неэлектрифицированных линиях для обеспечения протекания сигнальных токов цепи контроля занятости пути и переводов, а также датчиков замыкания цепи.

В статье приведены результаты эксплуатационных испытаний рельсового соединителя типа РР.

2. Рельсовый соединитель типа РР

2.1 Характеристика соединителя

Рельсовые соединители типа РР применяются для протекания тягового и сигнального токов через рельсовые стыки. Они изготовлены из упругого элемента – проводника тока. Силы, возникающие вследствие термических и механических напряжений, вызывают самоочистку электрических контактов между контактной поверхностью соединителя и контактной поверхностью шейки рельса.

Характерной чертой соединителя является то, что он помещен в рельсовой накладке (рис. 2, 3), в связи с чем он незаметен для вора.



Рис. 2. Изображение внутренней поверхности соединителя (место контакта с рельсом)



Рис. 3. Изображение шейки рельса в точке контакта с соединителем

© Лукасик Е., Сурма Ш., 2013

2.2 Лабораторные испытания

Измерение электрических параметров (сопротивления) проводились техническим методом. По единичному рельсовому соединителю пропускался постоянный ток величиной 82 А. Во время протекания тока измерялось падение напряжения на соединителе. Для измерений использовались следующие средства измерительной техники:

- токовые клещи типа DM-6055 фирмы Lutron;
- универсальный измеритель TRUE RMS MULTIMETER 189 фирмы FLUKE.

Таблица 1

Измерения сопротивления соединителя PP техническим методом

| № | Ток [А] | Падение напряжения [mV] | Сопротивление [$\mu\Omega$] |
|--------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------------|
| 1. | 82 | 4,15 | 51 |
| 2. | 82 | 1,94 | 24 |
| 3. | 82 | 2,134 | 26 |
| 4. | 82 | 1,95 | 24 |
| Среднее значение сопротивления | | | 31 |

Проведенные испытания подтвердили значение сопротивления соединителя на уровне 10^{-5} [Ω].

В связи с тем, что для изготовления полного рельсового скрепления необходимы два соединителя, сопротивление перехода должно быть в два раза ниже сопротивления единичного соединителя. Принято, что сопротивление одного соединителя составляет $56 \times 10^{-6} \Omega$, а сопротивление соединителей, составляющих скрепление $28 \times 10^{-6} \Omega$.

Сопротивление, имеющее значение $56 \times 10^{-6} \Omega$ отвечает 110% максимального лабораторно измеренного значения сопротивления

3. Эксплуатационные испытания

3.1 Испытательный полигон

Результаты измерений сопротивления скрепления позволили начать натурные испытания. В первую очередь были избраны испытательные полигоны: станции Katowice Osobowa, Zabrze i Wilkowice-Bustra.

На станции Katowice Osobowa в качестве экспериментального был избран изолированный участок it14a (однопутная рельсовая цепь it 14a), в которой находится восемь рельсовых скреплений, четыре из которых оборудованы рельсовыми соединителями типа PP.

На станции Wilkowice Bustra в качестве экспериментального был избран изолированный

участок it1b на 1 пути (двухпутная рельсовая цепь). Это рельсовая цепь, которая состоит из 14 скреплений.

На станции Wilkowice-Bustra в качестве экспериментального был избран изолированный участок it1N на 1 пути (двухпутная рельсовая цепь). Это цепь, которая состоит из 12 скреплений.

Выбор данных экспериментальных участков был обусловлен тем, что задачей испытания было установить, имеют ли рельсовые соединения PP негативное влияние на обратный тяговый провод и на работу систем контроля занятости. Кроме того, применение соединителей в горных условиях (Wilkowice-Bustra) позволяло проверить работу соединителя в более тяжелых зимних условиях.

Процедура работ при монтаже соединителя PP предусматривает демонтаж рельсового скрепления, очистку шейки рельса от коррозии, монтаж соединителя стыковыми элементами к шейке рельса, монтаж скрепления и затяжку путевых болтов.

3.2 Определение тестовой процедуры

В качестве основной процедуры для проверки качества рельсового скрепления была принята проверка скрепления согласно норме [3]. По данной норме методом проверки сопротивления рельсового скрепления с продольным рельсовым соединителем является одновременное измерение падения напряжения на 1 м рельса со скреплением со стыком и 6 м рельса без скрепления.

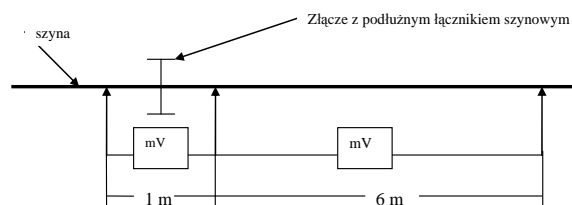


Рис. 4. Измерения падений напряжений на рельсовом скреплении с продольным соединителем

В качестве критерия для сопротивления рельсового скрепления с продольным соединителем принимается сопротивление 1 м рельса со скреплением, которое \leq сопротивлению 6 м рельса для рельсов длиной в 25 м и весом больше чем сам рельс S42 или 3 м рельса для рельсов длиной в 15 м и рельсов S42.

Кроме того, процедура тестирования предусматривала проверку значения асимметрии тягового тока, состояния скрепления после периода эксплуатации, а также параметров рельсовых цепей на тестовых участках.

3.3. Проверка асимметрии тяговых токов

В анализируемых цепях проводилось измерение асимметрии тягового тока. На дросселе, питающем цепь it1N на станции Zabrze значение падения напряжения на обмотке дросселя составляло соответственно 38 и 40 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 5%. На дросселе в конце участка напряжения на обмотках дросселя составляли соответственно 9,5 и 9,5 [мВ] DC. В данном случае асимметрия отсутствует.

На дросселе, питающем цепь it1b на станции Wilkowice Bystra, значение падения напряжения на обмотке дросселя до монтажа соединителей PP составляло, соответственно, 3,7 и 4 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 7,5%. На дросселе в конце участка напряжения на обмотках дросселя составляли, соответственно, 4,1 и 4,4 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 6,8%.

После монтажа соединителей PP на дросселе, питающем цепь it1b, значение падения напряжения на обмотке дросселя составляло, соответственно, 3,80 и 4,00 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 5,00%. На дросселе в конце участка напряжения на обмотках дросселя составляли, соответственно, 2,50 и 2,60 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 3,85%.

Наблюдается очевидное улучшение работы испытываемой системы.

После двухмесячной эксплуатации на станции Wilkowice Bystra проводились очередные измерения

асимметрии тягового тока. На дросселе, питающем цепь it1b, значение падения напряжения на обмотке дросселя составляло соответственно 3,87 и 3,95 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 2,03%. На дросселе в конце участка напряжения на обмотках дросселя составляли соответственно 3,50 и 3,60 [мВ] DC, то есть в данном случае асимметрия составляла 2,78%.

После трех месяцев с момента монтажа креплений на станции Wilkowice Bystra проводились очередные измерения асимметрии тягового тока. На дросселе, питающем цепь it1b, значение падения напряжения на обмотке дросселя составляло соответственно 3,80 и 3,90 [мВ] DC, то есть в данном случае асимметрия составляла 2,50%. На дросселе в конце участка напряжения на обмотках дросселя составляли соответственно 3,55 и 3,65 [мВ] DC, так что в данном случае асимметрия составляла 2,70%.

3.4. Измерения падения напряжения на станции Katowice

Измерение падения напряжения на креплениях, оборудованных соединителями типа PP на станции Katowice Osobowa проводились на тестовом участке пути (однопутная рельсовая цепь it 14a), на котором находятся восемь рельсовых креплений, из которых четыре оборудованы рельсовыми соединителями типа PP. Измерения на данном участке осуществлялись четыре раза каждые полгода. Результаты измерений приведены в табл. 2.

Схема опытного участка пути, на котором проводились измерения представлена на рис. 5.

Таблица 2

Результаты измерений падения напряжения на креплениях на станции Wilkowice Bystra

| № крепления | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса со креплением [мВ] AC (измерение 1) | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса без крепления [мВ] AC (измерение 1) | Соотношение падения напряжения на 1м рельса со креплением с 1м без крепления (измерение 1) | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса со креплением [мВ] AC (измерение 2) | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса без крепления AC (измерение 2) | Соотношение падения напряжения на 1м рельса со креплением с 1м без крепления (измерение 2) |
|-------------|---|---|--|---|--|--|
| 1 | 0,165 | 0,0969 | 1,70 | 0,163 | 0,0974 | 1,67 |
| 2 | 0,115 | 0,0973 | 1,18 | 0,118 | 0,0976 | 1,21 |
| 3 | 0,185 | 0,0978 | 1,89 | 0,188 | 0,0973 | 1,93 |
| 4 | 0,200 | 0,0976 | 2,05 | 0,196 | 0,0972 | 2,02 |
| 5 | 0,163 | 0,0971 | 1,68 | 0,165 | 0,0971 | 1,70 |
| 6 | 0,171 | 0,0977 | 1,75 | 0,176 | 0,0981 | 1,79 |
| 7 | 0,155 | 0,0973 | 1,59 | 0,154 | 0,0975 | 1,58 |
| 8 | 0,164 | 0,0972 | 1,69 | 0,161 | 0,0969 | 1,66 |
| 9 | 0,133 | 0,0971 | 1,37 | 0,139 | 0,0973 | 1,43 |
| 10 | 0,148 | 0,0981 | 1,51 | 0,150 | 0,0978 | 1,53 |
| 11 | 0,155 | 0,0975 | 1,59 | 0,158 | 0,0976 | 1,62 |
| 12 | 0,163 | 0,0974 | 1,67 | 0,164 | 0,0971 | 1,69 |
| 13 | 0,169 | 0,0976 | 1,73 | 0,170 | 0,0977 | 1,74 |
| 14 | 0,187 | 0,0973 | 1,92 | 0,190 | 0,0973 | 1,95 |

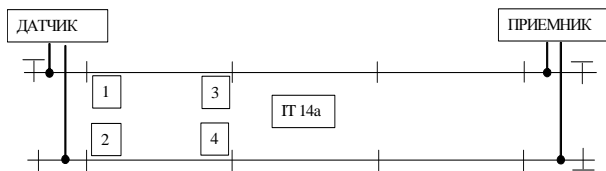


Рис. 5. Схема размещения соединителей РР на станции Katowice на опытном участке

Результаты, приведенные в табл. 2 подтверждают, что падение напряжения на 1 м рельса со скреплением соответствует требованиям нормы [4].

3.5. Измерения падения напряжения на станции Zabrze

На станции Zabrze, в качестве экспериментального, был избран участок it1N на пути 1

(двухпутная рельсовая цепь). В состав рельсовой цепи входит 12 скреплений. Измерения на данном участке проводились два раза каждые три месяца. Результаты измерений падения напряжений для рельсовых цепи представлены в табл. 3, а схема размещения скреплений на опытном участке пути представлена на рис. 6. Результаты измерений сведены в табл. 3.

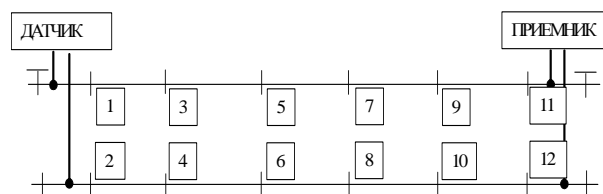


Рис. 6. Схема размещения в опытном пути соединителей РР на станции Zabrze

Таблица 3

Результаты измерений падения напряжения на скреплениях на станции Zabrze

| № скрепления | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса со скреплением [мВ] АС (измерение 1) | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса без скрепления [мВ] АС (измерение 1) | Соотношение падения напряжения на 1м рельса со скреплением с 1м без скрепления (измерение 1) | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса со скреплением [мВ] АС (измерение 2) | Падение напряжения в среднем для 3 измерений на 1м рельса без скрепления АС (измерение 2) | Соотношение падения напряжения на 1м рельса со скреплением с 1м без скрепления (измерение 2) |
|--------------|--|--|--|--|---|--|
| 1 | 0,165 | 0,0840 | 1,964 | 0,163 | 0,0845 | 1,929 |
| 2 | 0,133 | 0,0841 | 1,581 | 0,136 | 0,0845 | 1,609 |
| 3 | 0,142 | 0,0845 | 1,680 | 0,147 | 0,0843 | 1,744 |
| 4 | 0,166 | 0,0846 | 1,962 | 0,161 | 0,0843 | 1,910 |
| 5 | 0,179 | 0,0845 | 2,118 | 0,183 | 0,0841 | 2,176 |
| 6 | 0,147 | 0,0847 | 1,736 | 0,143 | 0,0841 | 1,700 |
| 7 | 0,169 | 0,0845 | 2,000 | 0,161 | 0,0840 | 1,917 |
| 8 | 0,132 | 0,0845 | 1,562 | 0,135 | 0,0841 | 1,605 |
| 9 | 0,172 | 0,0843 | 2,040 | 0,171 | 0,0845 | 2,024 |
| 10 | 0,159 | 0,0843 | 1,886 | 0,156 | 0,0846 | 1,844 |
| 11 | 0,168 | 0,0841 | 1,998 | 0,172 | 0,0845 | 2,036 |
| 12 | 0,144 | 0,0841 | 1,712 | 0,149 | 0,0847 | 1,759 |

Результаты, приведенные в табл. 3 подтверждают, что падение напряжения на 1 м рельса со скреплением соответствует требованиям нормы [4].

4. Резюме

В статье приведены результаты испытаний нового типа продольного рельсового соединителя. В данный момент состояние обратного тягового проводника не соответствует предъявляемым требованиям. Среди множества причин основной является кража элементов обратной цепи тягового тока. Задачей коллектива Автоматики в Транспорте было предложение нового технического решения и проведение испытаний соединителя. Приведенные результаты испытаний подтверждают правильность принятых

производителем соединителя подходов и правильность принятых процедур испытаний.

REFERENCES

1. Polska Norma nr PN-K-91002. Sieć trakcyjna kolejowa, Osprzęt, Ogólne wymagania i metody badań.
2. Norma Branżowa BN-67-9317-55, Sieć trakcyjna kolejowa, Osprzęt, Łącznik szynowy podłużny.
3. Polska Norma PN-92-E-05024, Ochrona przed korozją, Ograniczenie upływu prądów błędzących z trakcyjnych sieci powrotnych prądu stałego.
4. Iet 2 (Et 2) Instrukcja utrzymania sieci trakcyjnej. Warszawa 2004 r. Załącznik do Uchwały Nr 147 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 30.06.2004 r.

5. Wyniki badań podłużnych łączników szynowych typu PP firmy PAMAR oraz opinia końcowa. Wydział Transportu Politechniki Śląskiej Katowice, 2006.

6. Dokumentacja techniczno-ruchowa: ŁSZ/001/00 wersja B – Łączniki szynowe typu PP PAMAR; Jastrzębie Zdrój 08.08.2007.

7. Warunki Technicznego Odbioru: ŁSZ/002/00 wersja A – Łączniki szynowe typu PP PAMAR; Jastrzębie Zdrój 10.04.2007

8. Młyńczak J., Mikulski J.: Pomiary parametrów elementów powrotnej sieci trakcyjnej. Computer systems aided science, industry and transport. 11th International conference. TRANSCOMP 2007, Zakopane, 3-6 December 2007. Vol. 2. Ed. M. Luft, Z. Łukasik, Z. Strzyżakowski. Kasimir Pulaski Technical University of Radom, 2007, s. 69-74.

9. Białoń A.: Problem of Railway Traffic Control Devices Disruption, SPRINGER Modern Transport Telematics Selected Papers Communications in Computer and Information Science Volume 239, 2011, DOI: 10.1007/978-3-642-24660-9 s.180-191.

10. Białoń A., Gołębiewski M., Młyńczak J.: Wprowadzenia do układów kontroli niezajętości. Infrastruktura Transportu 2011 nr 6, s. 38-39.

11. Białoń A., Gołębiewski M., Młyńczak J.: Wprowadzenia do układów kontroli niezajętości. Obwody torowe. Infrastruktura Transportu 2012 nr 1, s. 46-48.

Поступила в печать 15.03.2013.

Статья рекомендована к печати д.ф.-м.н., профессором *В. И. Гаврилюком*

Качественная канализация обратного тягового тока является важной задачей. Одним из ключевых элементов является состояние рельсовых соединителей, поскольку они должны обеспечивать электрическую непрерывность рельсов не только для протекания тока, но и для систем контроля незанятости. В статье приведен ход и результаты испытаний продольных рельсовых соединителей нового типа в разных условиях функционирования. Показано, что падение напряжения на 1 м рельса со скреплением соответствует требованиям существующих норм.

Ключевые слова: рельсовый соединитель, падение напряжения, сигнальный ток, рельсовая цепь.

УДК 621.331.3

Є. ЛУКАСІК, Ш. СУРМА (СІЛЕЗЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ)

Сілезький політехнічний інститут, Факультет транспорту, вул. Красінського 8/201, 40-019 Катовіце, Польща, тел.: +48 32 603 41 36, ел. пошта: jerzy.lukasik@polsl.pl, szymon.surma@polsl.pl

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИПРОБУВАННЯ РЕЙКОВОГО З'ЄДНУВАЧА НОВОГО ТИПУ

Якісна каналізація зворотного тягового струму є важливим завданням. Одним з ключових елементів є стан рейкових з'єднувачів, оскільки вони повинні забезпечувати електричну безперервність рейок не тільки для протікання струму, але і для систем контролю незайнятості. У статті наведено хід і результати випробувань поздовжніх рейкових з'єднувачів нового типу в різних умовах функціонування. Показано, що падіння напруги на 1 м рейки зі скріпленням відповідає вимогам існуючих норм.

Ключові слова: рейковий з'єднувач, падіння напруги, сигнальний струм, рейкове коло.

Статтю рекомендовано до друку д.т.н, професором *В. І. Гаврилюком*

UDC 621.331.3

J. LUKASIK, S. SURMA (SILESIAN TECHNICAL UNIVERSITY)

Silesian Technical University, Faculty of Transport, 8/201 Krasinski Street, 40-019 Katowice, Poland, tel.: +48 32 603 41 36, e-mail: jerzy.lukasik@polsl.pl, szymon.surma@polsl.pl

PERFORMANCE TESTS OF A NEW TYPE OF RAIL CONNECTOR

Qualitative sewage reverse traction current is an important task. One key element is the state of rail connectors, as they have to ensure electrical continuity of rails, not only for the current flow, but also for monitoring and unemployment. The paper presents the progress and results of tests of the longitudinal rail of a new type of connectors in different operating conditions. It is shown that the voltage drop at 1 m from the rail bonding complies with existing standards.

Keywords: rail connector, voltage drop, the signal current, track circuit.

Prof. *V. I. Gavriluk*, D. Sc. (Tech.) recommended this article to be published.

© Лукасик Е., Сурма Ш., 2013