



## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО НЕСУЩЕГО ТРОСА В КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

*В.Н. Курьянов, Л.Р. Куц, М.М. Султанов, В.А. Фокин*

филиал ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет  
«Московский энергетический институт»  
пр. Ленина, 69, Волжский, Россия, 404110  
тел.: +7(8443)21-01-60; email: vfmei@vfmei.ru

doi: 10.15518/isjaee.2016.01-02.005

Заключение совета рецензентов: 24.11.15 Заключение совета экспертов: 11.12.15 Принято к публикации: 15.01.16

В статье приведены результаты расчетно-аналитического исследования компактированного пластически деформированного несущего троса марки МК. Представлены расчетные значения потерь электрической мощности и энергии в сравнении со стандартным несущим тросом марки М. Результаты расчетов показали экономический эффект от внедрения компактированного троса за счет экономии потерь электрической энергии.

Ключевые слова: компактированный пластически деформированный несущий трос марки МК, потери мощности и энергии, экономический эффект.

## RESEARCH OF TECHNICAL LOSS OF ELECTRICAL ENERGY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF INNOVATIVE MESSENGER WIRE IN OVERHEAD CONTACT LINE SYSTEM OF RAILWAYS

*V.N. Kuryanov, L.R. Kush, M.M. Sultanov, V.A. Fokin*

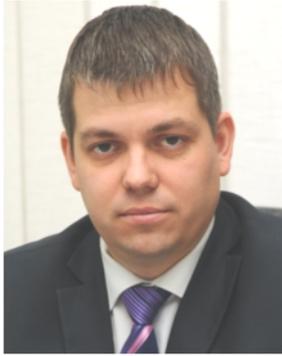
Volzhsy Branch of the National Research University  
“Moscow Power Engineering Institute”  
69 Lenin ave., Volzhsky, Volgograd region, Russia, 404110  
ph./fax: +7(8443)21-01-60; email: vfmei@vfmei.ru

doi: 10.15518/isjaee.2016.01-02.004

Referred 24 November 2015 Received in revised form 11 December 2015 Accepted 15 January 2016

The article gives the results of settlement and analytical research of the compacted plastically deformed messenger wire of CC wire, and presents the calculated values of watt loss and energy in comparison with the standard messenger wire of C wire. The results of calculations have shown economic effect of the introduction of compacted messenger wire due to economy of electric energy loss.

Keywords: plastically deformed compacted messenger wire, loss of power and energy, economic efficiency.



Курьянов  
Василий Николаевич  
Vasily N. Kuryanov

**Сведения об авторе:** канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника», филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

**Образование:** Московский энергетический институт (технический университет) (2005).

**Область научных интересов:** диагностика систем, энергоэффективность оборудования, электрические сети.

**Публикации:** 31.

**Author's information:** Ph.D., associate professor of the Heat Engineering and Power Engineering Chair at the SEI HPE National Research University MPEI in Volzhskiy, Russia.

**Education:** National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (2005).

**Research area:** diagnostics of systems, energy efficiency of the equipment, electric networks.

**Publications:** 31.



Куц  
Людмила Романовна  
Lyudmila R. Kush

**Сведения об авторе:** канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника», филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

**Образование:** Московский энергетический институт (технический университет) (1984)

**Область научных интересов:** корпускулярное легирование, энергосбережение в системе электроснабжения

**Публикации:** 39

**Author's information:** Ph.D., associate professor of the department "Heat Engineering and Power Engineering" of National Research University MPEI branch in Volzhskiy, Russia.

**Education:** National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (1984).

**Research area:** particulate alloying, energy saving in the system of power supply.

**Publications:** 39.



Султанов  
Махсуд Мансурович  
Mahsud M. Sultanov

**Сведения об авторе:** канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника», филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

**Образование:** Московский энергетический институт (2001).

**Область научных интересов:** исследование и оптимизация режимов работы ТЭС

**Публикации:** 30.

**Author's information:** Ph.D., associate professor of the Heat Engineering and Power Engineering Chair at the SEI HPE National Research University MPEI in Volzhskiy, Russia.

**Education:** National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (2001).

**Area of the scientific interest:** Research and optimization of a HPP work modes.

**Number of publications:** 30



Фокин  
Виктор Александрович  
Victor A. Fokin

**Сведения об авторе:** директор ООО «Энергосервис»

**Образование:** Московский энергетический институт (1992).

**Область научных интересов:** энергоэффективность оборудования, энергетические системы и сети, пластически деформированные/компактированные провода, молниезащита ВЛЭП

**Публикации:** 25.

**Author's information:** Director of LTD "Energoservis".

**Education:** National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (1992).

**Research area:** energy efficiency of equipment, power systems and networks, plastically deformed/compacted wires, lightning protection of High Voltage Transmission Line.

**Publications:** 25.



### Введение

Основным видом потребляемых энергоресурсов на железнодорожном транспорте все в большей степени становится электрическая энергия, поэтому энергоэффективность и постоянная работа над снижением потерь электрической энергии являются одними из главных факторов развития железнодорожных компаний большинства стран мира.

Для примера, к приоритетным задачам «Энергетической стратегии холдинга «РЖД» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года», которая

разработана в рамках «Стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030» и определяет направление политики энергоэффективности в ПАО «РЖД», – относится значительное повышение показателей энергетической эффективности во всех сферах деятельности, в том числе в тяговой сети, на которую приходится большая часть потребляемой электрической энергии.

Основные элементы, из которых состоит тяговая сеть, представлены на рисунке 1.

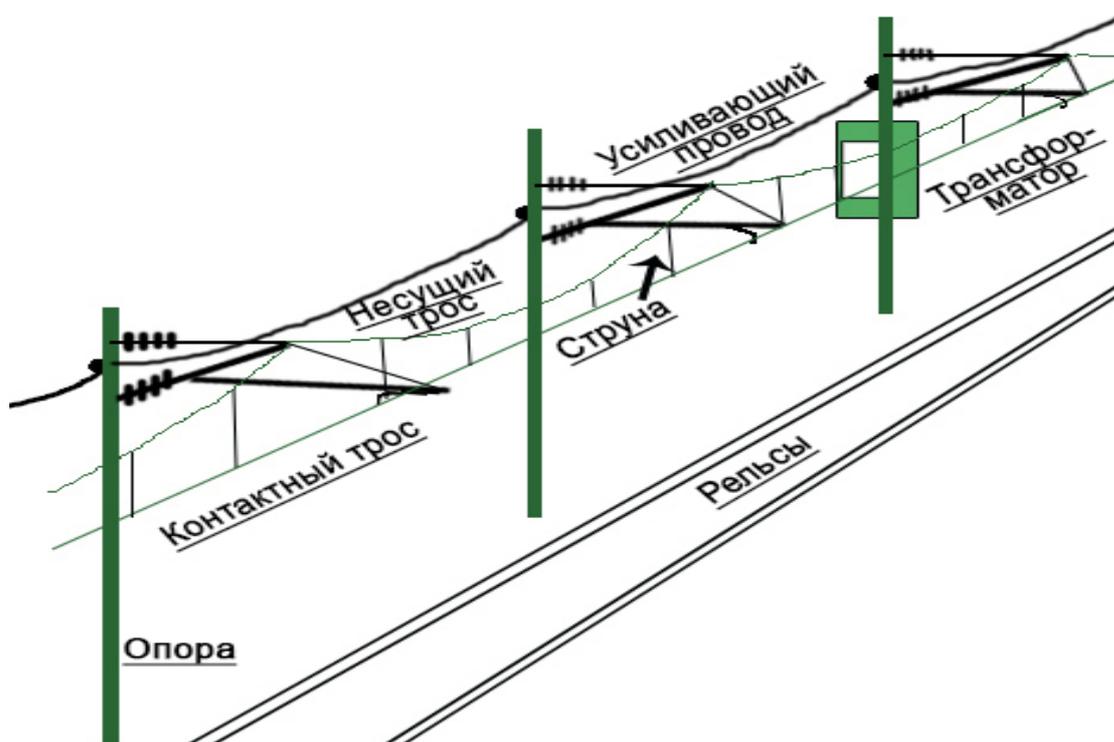


Рис. 1. Структура тяговой сети  
Fig. 1. The structure of overhead contact line system of railways

Качество токосъема зависит от положения контактного провода (contact wire) в вертикальной плоскости. В цепных контактных подвесках контактной сети железных дорог контактный провод подвешивают к несущему тросу (catenary or messenger wire) закрепленному на поддерживающих устройствах с помощью струн (dropper).

#### Компактированный пластически деформированный несущий трос марки МК

Несущий трос является важным элементом тяговой сети как с точки зрения энергоэффективности,

так и с точки зрения обеспечения надёжности. Наличие несущего троса позволяет задать контактному проводу беспровесное положение в пролете и или смонтировать его с наименьшей стрелой провеса.

В мировой практике для повышения износостойкости, механической прочности и сопротивляемости разрушению при нагреве применяют бронзовый контактный провод, а также сплавы с присадками кадмия, магния, хрома, циркония, а в некоторых странах и серебро (ФРГ, Япония) и других металлов. Это в разной степени улучшает механические характеристики провода, но ухудшает электрические параметры, что ограничивает его применение на участ-



ках с интенсивным движением, а также значительно увеличивает его стоимость.

Описание способов подвесок контактной сети железной дороги представлено на рис. 2.

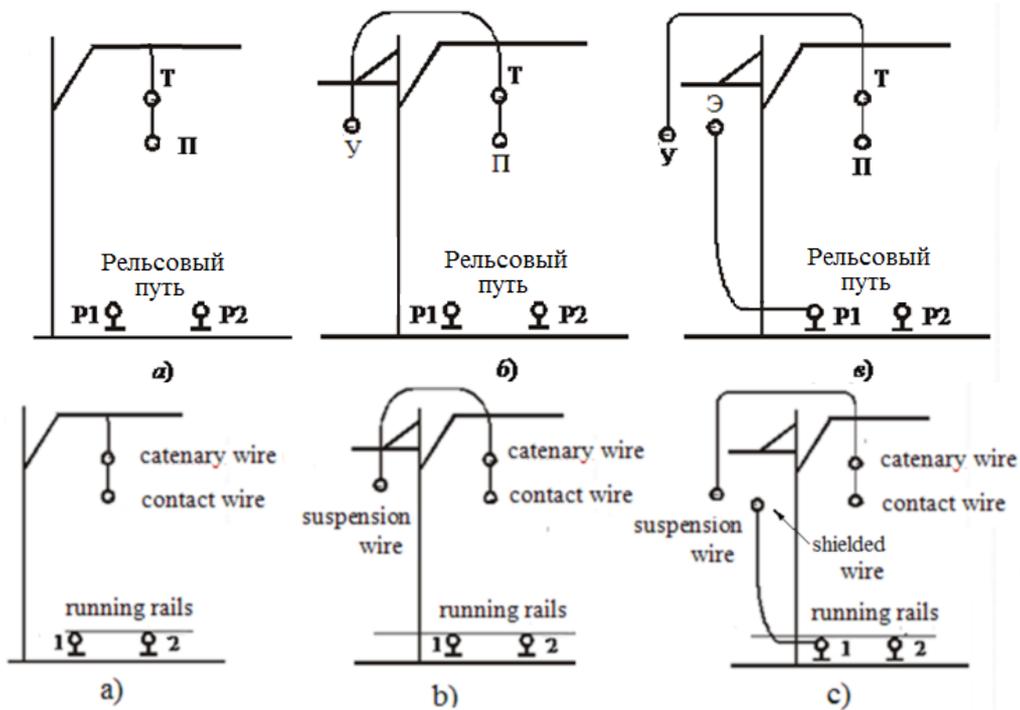


Рис. 2. Расположение проводов и несущего троса тяговой сети:

- а – несущий трос (Т), контактный провод (П), рельсовый путь;  
 б – то же с усиливающим проводом; в – несущий трос, контактный провод, усиливающий провод У, экранирующий Э (обратный) провод, подключенный параллельно рельсам

Fig. 2. Layout of overhead contact line system of railways:

- а – contact wire and catenary wire, running rails;  
 б – contact wire, catenary wire and suspension wire, running rails;  
 в – contact wire, catenary wire and suspension wire, shielded wire and running rails

Возможно несколько конструктивных мероприятий изменения стрелы провеса несущего троса таким образом, что при изменении температуры окружающей среды изменяется стрела провеса несущего троса, а положение контактного провода остается постоянным. Сопротивление тяговой сети зависит от марки и числа проводов контактной сети, их взаимного расположения, расстояния до проводов соседних путей и до рельсов, числа путей.

Российская инжиниринговая компания «Энергосервис» в тесном взаимодействии со структурными подразделениями холдинга «РЖД», НП «ОПЖТ» организовало взаимодействие ряда научных и инженерных центров России для решения задач по созданию изделий, обладающих одновременно высокой механической прочностью, незначительно изменяющейся длиной при колебаниях температуры, устойчивостью к коррозии, электрической проводимостью меди, имеющих лучшие аэродинамические характеристики, стандартные диаметры, достаточно технологичных при серийном производстве. При этом разработчики учитывали, что такие изделия должны быть совместимы со стандартной арматурой, и цена

на конечный продукт не должна значительно повыситься.

Этим требованиям соответствуют компактированные, пластически деформированные несущие тросы марки МК, способные выполнять функции не только несущего троса, но и усиливающих проводов, электрических соединителей контактной подвески и проводов фидерных линий.

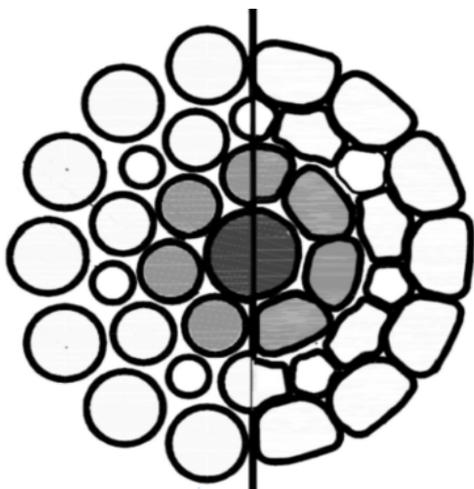
Принципиально новый медный несущий трос [7] большей прочности без использования сплавов, увеличивающих потери, обладает целым рядом свойств:

- снижает амплитуду и интенсивность пляски;
- снижает вероятность обрыва при нанесении тросу повреждений в результате внешних воздействий;
- снижает уровень усталости металла в тросе;
- увеличивает жизненный цикл за счет самогашения колебаний;
- уменьшает налипание снега и образование наледи за счет уникальной конструкции;
- обладает высокой механической прочностью;
- обладает незначительно изменяющейся длиной при колебаниях температуры;
- устойчив к коррозии;

- имеет достаточную электрическую проводимость;
- имеет лучшие аэродинамические характеристики;
- имеет стандартные диаметры;
- достаточно технологичный при серийном производстве, при этом без значительного удорожания конечного продукта.

Медный компактированный несущий трос марки

МК-120 состоит из 36 уплотнённых медных проволок различного диаметра и имеет при этом большее сечение, повышенное разрывное усилие и более низкое удельное сопротивление [4–6]. Сечения несущих тросов стандартного М-120 и компактированного МК-120 приведены на рисунке 3, как и пример троса **новой конструкции – компактированного МК-120** по сравнению с типовыми тросами М-120.



a



b

Рис. 3. Внешний вид тросов. Разрез несущих тросов: а) круглой и б) компактированной формы  
Fig. 3. Types of catenary wires: a) round and b) compacted

Сравнительная характеристика некоторых тросов, применяемых в РФ, представлена в таблице 1.

Сравнительная характеристика некоторых тросов, применяемых в РФ

Таблица 1

Comparative characteristics of some of the catenary wires used in the Russian Federation

Table 1

Показатель	Трос		
	М-120	М-150	МК-120
Номинальный диаметр, мм	14,0	15,8	14,0
Номинальное сечение, мм <sup>2</sup>	120	150	120
Расчётная площадь сечения всех проволок в тросе, мм <sup>2</sup>	117,0	148,0	140,06
Расчётная масса 1 000 м троса, кг	1 045	1 321	1 251
Удельное электрическое сопротивление при температуре 20 °С, Ом/мм <sup>2</sup> ·км	0,1580	0,1238	0,1383

Таким образом, использование троса марки МК-120 при одинаковом сечении с М-120 позволяет передавать большую электрическую мощность при меньших потерях электроэнергии. А при оценке экономической целесообразности при сравнении с М-150, несущий трос МК-120 также может использоваться как эквивалент, но при меньшем сечении, т.е. имеется возможность проведения реконструкции существующих контактных подвесок железных дорог с увеличением пропускной способности в существующих опорных конструкциях.

### Результаты исследования и оценки эффективности применения инновационного несущего троса

Национальным исследовательским университетом «МЭИ» филиалом в г. Волжском проведены исследования технических потерь электрической энергии в контактной сети, определена экономическая эффективность применения несущего троса марки МК [3].

В качестве объекта исследования рассмотрена контактная сеть дистанции электроснабжения железных дорог. Предметами исследования являлись три

участка электрической сети. В данной статье рассмотрен однопутный участок контактной сети с двухсторонним питанием длиной  $L = 83,53$  км (контактная сеть выполнена проводами марок М-120 + МФ-100 и рельсами типа Р-65).

Расчеты проводились согласно методу равномерного распределения нагрузки [1, 2]. Метод позволяет определить изменения искомым значений при изменении каких-либо параметров. В соответствии с данным методом значение равномерно распределенной нагрузки, приходящейся на единицу длины, выбирается так, чтобы общий расход энергии на линии оказался равным действительному значению.

Удельная нагрузка  $i$ , А/км

$$i = \frac{W_m}{U \cdot T \cdot l}, \quad (1)$$

где  $WT$  – расход на фидерной зоне за расчетный период, кВтч;  $U$  – напряжение в тяговой сети, В;  $l$  – длина фидерной зоны, км;  $T$  – расчетный период, ч.

Потери мощности при двухстороннем питании  $\Delta P$ , Вт:

$$\Delta P = i^2 \cdot r \cdot \frac{l^3}{12}. \quad (2)$$

где  $r$  – активное сопротивление тяговой сети, Ом/км.

Потери энергии в контактной сети  $\Delta W$ , кВтч:

$$\Delta W = \Delta P_{cp} \cdot T, \quad (3)$$

Средние потери мощности за расчетный период  $\Delta P_{cp}$ , кВт:

$$\Delta P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta P}{n}, \quad (4)$$

где  $n$  – количество дней за расчетный период.

Полное сопротивление тяговой сети, Ом/км

$$z_{tc} = r_{tc} + j\chi_{tc}. \quad (5)$$

Активное сопротивление тяговой сети, Ом/км

$$r_{tc} = r_{кз} + a_1 r_{рз} + b_1 \chi_{рз}, \quad (6)$$

где  $r_{кз}$  – эквивалентное активное сопротивление контактной сети, Ом/км:

$$r_{кз} = \frac{r_k \cdot r_T + 0,126}{r_k + r_T + 0,504 / (r_k + r_T)}, \quad (7)$$

где  $r_k$  – активное сопротивление контактного провода;  $r_T$  – активное сопротивление несущего троса;  $r_{рз}$  – эквивалентное активное сопротивление рельсов, Ом/км;  $a_1, b_1$  – коэффициенты;  $\chi_{рз}$  – эквивалентное реактивное сопротивление рельсов, Ом/км:

$$\chi_{рз} = 0,375 \cdot r_{pa} + 0,0628 \ln \frac{d_{кр}}{\sqrt{R_p \cdot d_{12}}}, \quad (8)$$

где  $r_{pa}$  – активное сопротивление рельсовой цепи однопутного участка с учетом сопротивлений стыков, Ом/км;  $d_{кр}$  – расстояние между контактным проводом и рельсом, мм;  $R_p$  – эквивалентный радиус рельса, мм;  $d_{12}$  – расстояние между осями рельсов, мм.

Реактивное сопротивление тяговой сети, Ом/км

$$\chi_{tc} = \chi_{кз} + a_1 \chi_{рз} + b_1 r_{рз}, \quad (9)$$

где  $\chi_{кз}$  – эквивалентное реактивное сопротивление контактной сети, Ом/км:

$$\chi_{кз} = \frac{0,355 \cdot (r_k^2 + r_T^2) + 0,09}{(r_k + r_T)^2 + 0,504} \quad (10)$$

Произведены расчеты потерь мощности и энергии для стандартного и компактированного проводов за летний и зимний месяцы. Результаты расчета представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Расчетные значения потерь мощности и энергии

Table 2

The calculated values of electrical energy and power loss

Наименование	Марка несущего троса	
	М-120	МК-120
Среднее за август 2014 г. значение потерь мощности, кВт	62,518	59,27
Среднее за январь 2015 г. значение потерь мощности, кВт	62,47	59,23
Потери энергии за август 2014 г.	кВтч	46513,46
	%	0,88
Потери энергии за январь 2015 г.	кВтч	46479,86
	%	0,88



Таблица 3

Усредненные расчетные значения потерь мощности и энергии

Table 3

The average calculated values of electrical energy and power loss

Марка провода	<b>M-120</b>	<b>MK-120</b>
Потери мощности, кВт	62,49	59,25
Потери энергии, кВтч/мес	46496,66	44085,72
Потери энергии, кВтч/год	557959,92	529028,7

Для той же контактной сети, но при наличии усиливающего провода марки А-185 расчетные значения приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Расчетные значения потерь мощности и энергии при наличии усиливающего провода

Table 4

The calculated values of electrical energy and power loss with suspension wire

Наименование	Марка несущего троса	
	<b>M-120</b>	<b>MK-120</b>
Среднее за август 2014 г. значение потерь мощности, кВт	49,088	48,16
Среднее за январь 2015 г. значение потерь мощности, кВт	49,052	48,127
Потери энергии за август 2014 г.	кВтч	36521,68
	%	0,7
Потери энергии за январь 2015 г.	кВтч	36495,301
	%	0,7

Таблица 5

Усредненные расчетные значения потерь мощности и энергии при наличии усиливающего провода

Table 5

The average calculated values of electrical energy and power loss with suspension wire

Марка провода	<b>M-120</b>	<b>MK-120</b>
Потери мощности, кВт	49,07	48,14
Потери энергии, кВтч/мес	36508,49	35819,65
Потери энергии, кВтч/год	438101,886	429835,82

Аналогичные расчеты были проведены и для других марок несущего троса. Результаты представлены графиком на рисунке 4.

По расчетным значениям потерь энергии [8] выполнен сравнительный анализ экономической эффективности применения компактированного несущего троса и стандартного для эксплуатируемого участка сети.

Простой срок окупаемости при замене несущего троса на трос марки МК составляет 6 лет, а дисконтированный срок окупаемости – 11 лет при снижении потерь электрической энергии более 40 000 кВтч в год.

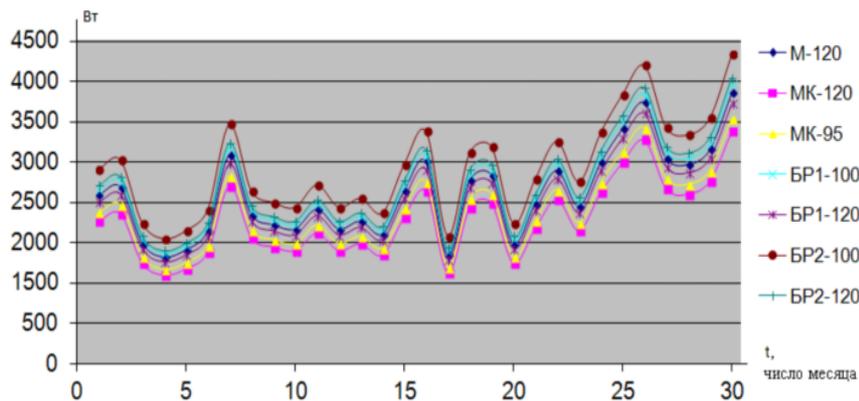


Рис. 4. Зависимость суточного изменения потерь электрической мощности при различных вариантах несущих тросов за расчетный период  
Fig. 4. The dependence of diurnal variation losses of electrical power at different variants of messenger wire at billing period

Результаты испытаний компактированного медного несущего троса для контактной сети железных дорог», разработанные Отделом «Контактная сеть и токосъем» ПАО «ВНИИЖТ» и согласованные с Управлением электрификации и электроснабжения Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ПАО «РЖД» показали, что его конструкция с учётом дополнительного обжатия и уплотнения проволок в сечении, преду-

сматривает: повышенный коэффициент использования площади поперечного сечения; снижение удельного электрического сопротивления тяговой сети; повышение нагрузочной способности контактной подвески с увеличением её термической устойчивости.

Программа тестов была значительно расширена с учётом моделирования максимального количества факторов, воздействующих на несущий трос в реаль-

ных условиях. Испытания включали в себя проверку на терморазупрочнение с нагревом до 155 °С, на дугоустойчивость, изгибную стойкость, низкотемпературную ползучесть, на стойкость к воздействию вертикальных колебаний (эоловой вибрации), с многократным нагревом до 100 °С и ряд других тестов, в том числе впервые проводившихся для несущих тросов.

Так, при испытании образцов на стойкость к воздействию эоловой вибрации с циклическим изменением и температурой троса от 7 до 97 °С число полуволн колебаний вибрации между устройством возбуждения вибраций (УВВ) и одним из натяжных зажимов составила не менее 5. Величина амплитуды вибрации контролировалась при помощи оптического клина. Тяжение в процессе испытаний поддерживалось постоянным, обеспечивающим резонансные колебания пролета. Величина тяжения составляла 20-45 % разрывного усилия и устанавливалась с помощью рычажного нагружающего устройства на резонансной частоте в диапазоне 20–70 Гц с амплитудой скорости в пучности волны вибрации 0,5 м/с. Контроль тяжения осуществлялся динамометром.

При испытании на стойкость к воздействию пляски (галоупированию) после теста на эоловую вибрацию воспроизводились циклические растягивающие нагрузки, действующие на трос во время пляски, также при разных температурах.

Стоит отметить, что снижение прочности происходит в допустимых пределах, даже после двойного перегрева до 155 °С, после всех выше описанных тестов (растяжение троса при нагреве не зафиксировано). При этом, учитывая большее сечение пластически деформированного троса, сила тока, приводящая к перегреву, будет значительно выше, чем у стандартного изделия.

ОАО ВНИИЖТ, также проведены Дополнительные исследования разрывной прочности при нагреве до 200 °С. Разрыв произошёл при нагрузке 36,8 кН, время нагрева составило 90 мин, сила тока – 1 560 А.

Программа проведения испытаний компактированного медного несущего троса включала в себя не только исследование самого изделия, но и разработку системы «трос-зажим». С учётом минимизации возможных затрат ОАО «РЖД» на внедрение и эксплуатацию, исследования проводились с использованием стандартных зажимов. Система «трос-зажим» так же прошла полный цикл сертификационных испытаний.

### Выводы

Замена несущего троса различных марок на пластически деформированный трос марки МК согласно расчетам для рассмотренных участков сети обеспечивает экономии от снижения потерь электрической энергии в пределах 6...22 % [9] в зависимости от протяженности и комплектующих тяговой сети.

Наиболее эффективна замена несущего троса на участках контактной сети с высокими расходами электрической энергии и интенсивностью движения поездов.

При реконструкции и строительстве новых участков контактной сети железных дорог в отсутствие усиливающих проводов целесообразно применение пластически деформированного (компактированного) несущего троса марки МК. Несомненны преимущества компактированного троса марки МК по сравнению с тросом марки М, так как компактированные тросы обладают не только лучшими характеристиками по удельному электрическому сопротивлению за счет большего количества меди при одинаковом диаметре, но и большей пропускной способностью и прочностью.

Расчет сроков окупаемости подтверждает приемлемые периоды окупаемости при внедрении несущих тросов марки МК в контактной сети железных дорог.

### Список литературы

1. Справочник по электроснабжению железных дорог. Т. 1. М.: Транспорт, 1980.
2. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1982.
3. СТО 71915393-ТУ134-2013. Тросы контактной сети железной дороги. Технические условия.
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32697-2014 «Тросы контактной сети железной дороги несущие».
5. Техническая информация о медном компактированном несущем тросе производства ООО «Энергосервис» № ЦЭт-4/6 от 04.12.2014 г. Филиал ОАО «РЖД». Центральная дирекция инфраструктуры.
6. Несущий трос контактной сети [Электронный ресурс] <http://energoserwise.com>
7. Патент № 2509666 RU, МПК: В60М 1/22. Несущий трос контактной сети железной дороги / Фокин В.А., Власов А.К., Фролов В.И. // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Опубликовано 20.03.2014. Бюл. № 8.
8. Курьянов В.Н., Курьянова Е.В. Информационно-измерительная система энергоэффективности вращающихся механизмов // Энергетик. 2012. № 7. С. 23–26.
9. Курьянов В.Н., Курьянова Е.В. Планирование ремонтов ветрогенераторов по показаниям измерительной системы контроля выработки и потерь электрической энергии // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» (ISJAE). 2013. № 18. С. 36–39.
10. Исследование технических потерь электрической энергии в контактной сети, определение экономической эффективности применения несущего троса по СТО 71915393-ТУ134-2013: Отчет филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском. – Волжский: Филиал МЭИ в г. Волжском, 2015.

### References

1. Spravočnik po elektrosnabženiû železnych dorog, Moscow: Transport Publ., 1980, vol. 1 (in Russ.).
2. Markvardt K.G. Èlektrosnabženie èlektificirovannyh



železnych dorog. Moscow: Transport Publ., 1982 (in Russ.).

3. STO 71915393-TU134-2013. Trosty kontaktnoj seti železnoj dorogi. Tehničeskie usloviâ (in Russ.).

4. Mežgosudarstvennyj standart GOST 32697-2014 «Trosty kontaktnoj seti železnoj dorogi nesušie» (in Russ.).

5. Tehničeskaâ informaciâ o mednom kompaktirovannom nesušem trose proizvodstva LTD «Energoservis» no. SÈt-4/6 (04.12.2014). Filial OJSC «RŽD». Central'naâ direkcijâ infrastruktury (in Russ.).

6. Nesušij tros kontaktnoj seti Available at: <http://energoserwise.com> (in Russ.).

7. Fokin V.A., Vlasov A.K., Frolov V.I. Nesušij tros kontaktnoj seti železnoj dorog. Patent no. 2509666 RU, MPK: V60M 1/22. Federal'naâ služba po intellektual'noj sobstvennosti (20.03.2014). Bul. no. 8 (in Russ.).

8. Kuryanov V.N., Kuryanova E.V. Informacionno-izmeritel'naâ sistema energoèffektivnosti vrašaušihšâ mehanizmov. *Ènergetik*, 2012, no. 7, pp. 23–26 (in Russ.).

9. Kuryanov V.N., Kuryanova E.V. Planirovanie remontov vetrogeneratorov po pokazaniâm izmeritel'noj sistemy kontrolâ vyrabotki i poter' èlektričeskoj ènergii. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology (ISJAE)*, 2013, no. 18, pp. 36–39 (in Russ.).

10. Issledovanie tehničeskih poter' èlektričeskoj ènergii v kontaktnoj seti, opredelenie èkonomičeskoj èffektivnosti primeneniâ nesušego trosa po STO 71915393-TU134-2013: Otčet filiala NIU «MÈI» v g. Volžskom. – Volžskij: Filial MÈI v g. Volžskom, 2015 (in Russ.).

Транслитерация по ISO 9:1995



## Электро – 2016. Энергосбережение

16 Всероссийская специализированная выставка  
10.03.2016 - 12.03.2016

Выставочный павильон перед Выставочным комплексом ЭКСПОЦЕНТР, пр-т Ленина 65А

### Официальная поддержка:

Администрация Волгоградской области  
Комитет топливно-энергетического комплекса Волгоградской области  
НП "Совет директоров предприятий и организаций Волгоградской области"

### Основные направления экспозиции:

#### ЭЛЕКТРО

Электротехническое оборудование.  
Электрические генераторы, трансформаторы, электроприводы, преобразователи  
Кабель; провод., соединительная арматура  
Высоковольтное оборудование  
Низковольтная аппаратура  
Контрольно-измерительные приборы и автоматика, средства автоматизации  
Системы управления, связи, релейная защита и автоматика  
Коммутационные и защитные аппараты и устройства  
Распределительные устройства, электрощитовое оборудование  
Светотехника. Электроустановочные и электромонтажные изделия  
Электроинструмент, электросварочное оборудование  
Электромонтажная арматура и инструмент, электромонтажные работы и услуги

#### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭНЕРГЕТИКА

Электро-, гидро-, -теплоэнергетика. Малая и атомная энергетика

Системы энергоснабжения на основе малой и нетрадиционной энергетики  
Автономные источники тепловой и электрической энергии СИП и ЛЭП. Средства диагностики  
Оборудование для производства и передачи электроэнергии и теплоэнергии  
Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии, системы  
Оборудование и системы управления, автоматизированные и информационные системы, программное обеспечение  
Приборы и системы учета топлива, тепловой и электрической энергии, воды  
Регулируемые электроприводы, электротехнологическое оборудование и электротехнологии, обеспечивающие энергосбережение

#### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТРОИТЕЛЬСТВО

Инженерные коммуникации: тепловые, электрические сети, оборудование тепловых пунктов, тепловых узлов, магистральных и разводящих сетей  
Энергоменеджмент, энергоаудит

### Контакты:

Начальник отдела выставок:  
Рудь Елена  
[elena@volgogradexpo.ru](mailto:elena@volgogradexpo.ru)  
Главный специалист по выставке:  
Карисова Динара  
[dinara@volgogradexpo.ru](mailto:dinara@volgogradexpo.ru)

Главный специалист по рекламе:  
Матвеева Кристина  
[otdel\\_2@volgogradexpo.ru](mailto:otdel_2@volgogradexpo.ru)  
(8442) 93-43-02, 55-13-15

[volgogradexpo.ru](http://volgogradexpo.ru)

