

Алексеев В.В., Ступицкий В.П., Лобанов О.В., Суханин А.Т.

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫПРАВКИ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Аннотация. При эксплуатации ответственных конструкций железных дорог значимым критерием является соблюдение проектных параметров. Они будут зависеть от качества монтажа и соблюдения условий эксплуатации устройств электрифицированных железных дорог.

В связи с этим актуальной проблемой на всех электрифицированных участках являются недостаточно совершенные методики выполнения технического обслуживания. На сегодняшний день, рассматриваемый вопрос пытаются решить с применением новых способов и современных технологии, которые успешно внедряются, а в последующем остаются на постоянной основе в качестве инструмента по решению ряда проблем и оптимизации эксплуатационных процессов. В частности, это касается контактной сети, так как это сложное техническое устройство, включающее в себя множество комплектующих, участвующих и обеспечивающих бесперебойное движение поездов.

В данной статье рассмотрен технологический процесс выправки опор контактной сети. Проанализированы различные устройства и предложен новый способ для осуществления оптимизации данного процесса.

Ключевые слова: оптимизация эксплуатационных процессов, выправка опор, опоры контактной сети, наклон опоры, распределение нагрузки на опору.

Alekseev V.V., Stupitsky V.P., Lobanov O.V., Sukhanin A.T.

Irkutsk State Transport University, Irkutsk

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF CORRECTING THE SUPPORTS OF THE OVERHEAD LINE

Abstract. When operating critical railway structures, compliance with design parameters is a significant criterion. They will depend on the quality of installation and compliance with the operating conditions of the devices of electrified railways.

In this regard, an urgent problem in all electrified sections is insufficiently advanced methods of performing maintenance. To date, they are trying to solve the issue under consideration using new methods and modern technologies that are being successfully implemented, and subsequently remain on an ongoing basis as a tool for solving a number of problems and optimizing operational processes. In particular, this applies to the contact network, since it is a complex technical device that includes many components that participate and ensure the uninterrupted movement of trains.

This article discusses the technological process of straightening the supports of the overhead line. Different devices are analyzed and a new method for optimizing this process is proposed.

Keywords: optimization of operational processes, alignment of supports, supports of the overhead line, support tilt, load distribution on the support.

Введение

Контактная сеть представляет собой совокупность элементов, обеспечивающих надежный и стабильный перевозочный процесс [1]. Одним из основных элементах контактной сети являются опоры [2]. Они воспринимают на себя основную нагрузку от устройств контактной сети и электроподвижного состава, поэтому при установке и последующем обслуживании предъявляются строгие критерии по качеству соблюдения проектных параметров [3-5].

В процессе эксплуатации применяются различные методы и устройства выправки опор контактной сети [6]. В данной статье будут рассмотрены три варианта конструкции для выправки опор:

- 1) Типовое устройство.
- 2) Типовое устройство с изменениями, предложенными эксплуатацией железных дорог.
- 3) Предложенный вариант устройства.

Типовое устройство

Конструкция представляет собой рычаг, закрепленный с помощью хомутов на болтовом соединении в обхват опоры. Под рычаг устанавливается домкрат, который будет передавать усилие на край рычага и тем самым создаст момент сил относительно точки заковки стойки против наклона опоры.

Расчеты показывают, что вес опоры создает противодействующий момент, по отношению моментов сил, создаваемых домкратами и сил, возникающих в узле крепления рычага. Результирующая сила в узле крепления конструкции будет способствовать выправке опоры. Стоит отметить, что рассматриваемая сила будет направлена вдоль опоры. Предварительный расчет данной конструкции, представленный на рисунке 1, показывает неравномерное распределение возникающих сил вследствие приложенной силы домкратом и возникающих моментов. Так же можно сделать вывод, что противодействующий момент и момент создаваемый весом опоры создают необходимость в использовании металла большего сечения при производстве данной конструкции. Рассмотрим основные достоинства и недостатки типовой конструкции по выправке опор.

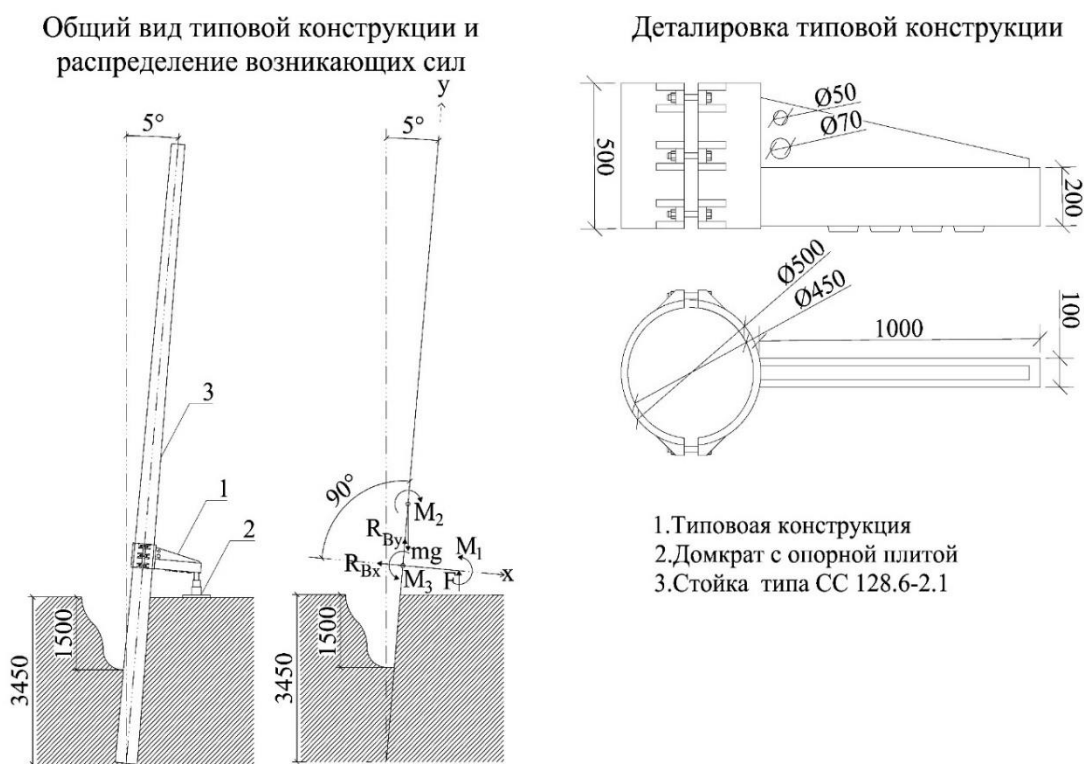


Рис. 1. Типовая конструкция устройства выправки опор контактной сети

К достоинствам конструкции можно отнести следующее:

- простой метод изготовления;
- простой способ сборки;

Так же типовая конструкция имеет следующие недостатки:

- большой расход металла на этапе изготовления;
- большой вес конструкции;
- низкая мобильность;
- повышенный расход человека часов при производстве работ.
- неравномерное распределение сил.

В связи с представленными факторами, появляется необходимость в усовершенствовании методики и устройства для выправки опор. Такое решение было представлено службой эксплуатации электрифицированных железных дорог.

Типовое устройство с изменениями, предложенными эксплуатацией железных дорог

Конструкция представляет собой треугольную ферму, закрепленную с помощью хомутов на болтовом соединении в обхват опоры. Под ферму устанавливается домкрат, который будет передать усилие на край фермы и тем самым создаст момент сил относительно точки заковки стойки против наклона опоры.

Предварительное исследование показывает, что возникающие силы определяют режим работы треугольной фермы в следствии приложенного усилия домкрата. Нижняя балка, в узле крепления которой присутствует сила будет находится в режиме растяжения, тогда соответственно подкос, где присутствует другая сила будет находится в режиме сжатия.

Из изложенного видно, что в данной конструкции усилие, создаваемое домкратом, распределится по конструкции, следовательно, можно использовать конструкцию с меньшим удельным сечением металла. Так же потребуется меньше усилия домкрата для выправки. Силы в узлах крепления действуют противоположно, это говорит о том, что будут возникать два противодействующих момента действующие на излом опоры. Металлоёмкость конструкции уменьшится. Это связано с тем, что усилие домкрата понадобится меньше, следовательно, нагрузка на конструкцию уменьшится в сравнении с исходным вариантом.

Упор опоры будет в двух точках крепления хомутов и так же связующая балка будет распределять нагрузку на большую площадь опоры. Внешний вид и распределение сил, для модернизированной конструкции представлен на рисунке 2.

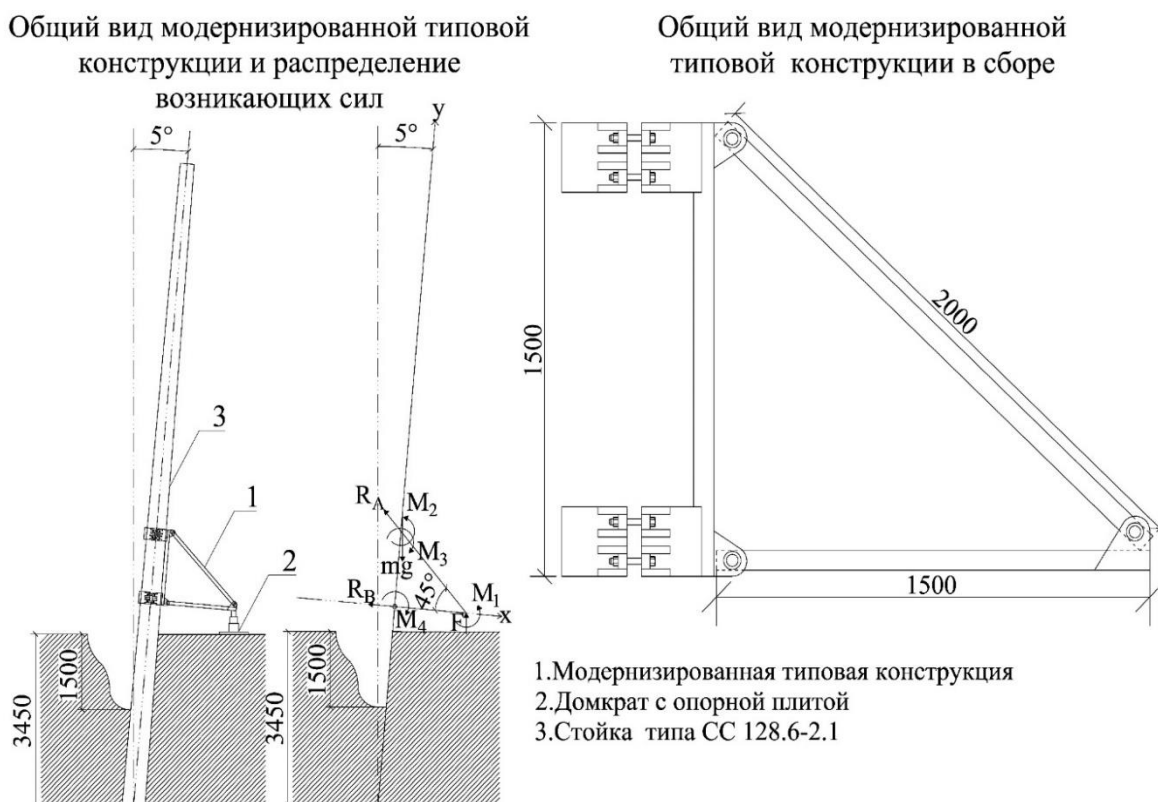


Рис. 2. Модернизированная типовая конструкция устройства выправки опор контактной сети

Достоинствами модернизированной конструкции будут являться следующие факторы:

-простой способ сборки;

-уменьшенный расход металла;

-повышенная мобильность.

Конструкция будет иметь следующие недостатки:

-более сложный процесс изготовления;

-большой вес отдельных частей конструкции;

-повышенный расход человека часов при производстве работ;

-неравномерное распределение сил.

Предложенное устройство

После анализа работы двух конструкций можно сделать вывод, что по имеющимся недостаткам нужно проводить усовершенствование способа выправки опор. В связи с этим было предложено усовершенствованное устройство.

Предложенная конструкция представляет собой балку, тянущий домкрат и направляющую движения балки (рельсу), закрепленную с помощью хомутов на болтовом соединении в обхват опоры. Балка заводится в рельс и к ней присоединяется домкрат, который при сжатии перемещает балку с помощью ролика вдоль рельсы и тем самым меняется угол наклона балки и ее положение.

Предварительные расчеты показывают, что в основном будут возникать силы, в точке приложения усилия и точки опоры балки. Балка будет работать на сжатие, так же основные силы будут возникать в узлах крепления. Так же исследование показывает, что направлении действующих на конструкцию сил измениться, это дает возмужать уменьшить металлоемкость используемого материала, но узлы крепления буду выполняться из прочного и толстостенного металла. Так же расчет показывает, что общий момент, создаваемый домкратом будет больше чем в двух предыдущих случаях, это позволяет прикладывать меньше усилия и возникающие силы в конструкции будут меньше, что так же создаёт меньше влияния на опору. Распределение сил происходит более равномерно, ведь часть усилия будет влиять на опорную конструкцию балки, а основные силы буду распределяться вдоль опоры по большей части исключая момент, который будет изгибать опору, тем самым уменьшает вероятность повреждения бетона опоры. Конструкция предложенного способа представлена на рисунке 3.

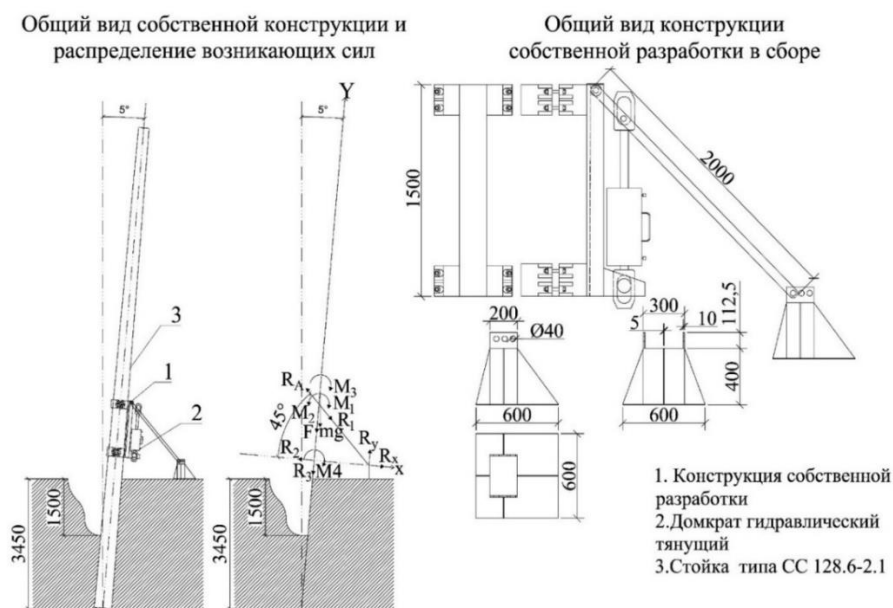


Рис. 3. Предложенная конструкция устройства выправки опор контактной сети

К достоинствам предложенного устройства будут относиться следующие параметры:
-простотой способ сборки;

- уменьшенный расход металла;
- повышенная мобильность;
- низкий вес отдельных частей конструкции;
- уменьшенный расход человека часов при производстве работ;
- более равномерное распределение сил.

Как предыдущие конструкции, предложенное устройство будет иметь ряд недостатков:

- более сложный процесс изготовления;
- незначительное удорожание конструкции при производстве;

Заключение

Несмотря на имеющиеся недостатки предложенного устройства, оно имеет значительные преимущества по отношению к типовым конструкциям. А именно: оптимизации рабочего времени на обслуживание контактной сети и снижении время производства работ на определенные технологические процессы. Это в свою очередь принесет экономическую прибыль и позволит обслужить большее количество опорных конструкций. А в сочетании с современными методиками диагностики [7-10] позволит увеличить надежность и безопасность движения поездов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михеев В.П. Контактные сети и линии электропередачи: учебник для вузов / В.П. Михеев. М.: Транспорт, 2006, 415 стр.
2. Подольский В. И. Железобетонные опоры контактной сети. Конструкции, эксплуатация, диагностика/Труды ВНИИЖТ. - М.: Интекст, 2007. - 152 с.
3. Кудрявцев А.А. Несущая способность опорных конструкций контактной сети/ А.А. Кудрявцев/ М: Транспорт, 1988. – 160 с
4. Борц Ю. А., Чекулаев В. Е. Контактная сеть.: Иллюстрированное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1981. 223 с.
5. Лобанов О.В. Определение критериев оценки качества токосъема на основе работы вагона испытания контактной сети/ ОБРАЗОВАНИЕ – НАУКА – ПРОИЗВОДСТВО: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, 20 декабря 2019 г. Чита: ЗаБИЖТ ИрГУПС, 2019. С. 199 – 203.
6. Ерохин Е.А. Устройство, эксплуатация и техническое обслуживание контактной сети и воздушных линий / Е.А. Ерохин. М.: УМЦ ЖДТ, 2007. 404 с.
7. Лобанов, О. В. Система мониторинга работоспособности металлических опорных конструкций для скоростного и высокоскоростного движения электроподвижного состава / О. В. Лобанов // Инновационные производственные технологии и ресурсосберегающая энергетика: Материалы международной научно-практической конференции, Омск, 08–09 декабря 2021 года. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 245-250.
8. Ступицкий, В.П. Определение остаточной несущей способности металлических конструкций контактной сети / В. П. Ступицкий, И. А. Худоногов, В.А. Тихомиров, О.В. Лобанов. // Известия Транссиба /Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2019. – № 3 (39). – С. 88 – 99.
9. Капранов Б.И. Акустические методы контроля и диагностики. Часть 1: учебное пособие / Б.И. Капранов, М.М. Коротков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 186 с.
10. Ступицкий, В.П. Расчет несущей способности металлической решетчатой опоры контактной сети при кручении верхней части методом конечных элементов в САПР Femap / В.П. Ступицкий, И.А. Худоногов, В.А. Тихомиров, О.В. Лобанов. // Транспорт Урала/ УрГУПС. – Екатеринбург. – 2021. – №1 (68). – С. 99-102

REFERENCES

1. Mikheev V. P. Kontaktnye seti i linii elektroperedachi: uchebnik dlya vuzov [Contact networks and power lines: a textbook for universities] / Moscow: Transport Publ., 2006, 415 p.
2. Podolsky V. I. ZHelezobetonnye opory kontaktnoj seti. Konstrukcii, ekspluatatsiya, diagnostika [Reinforced concrete supports of the contact network. Construction, operation, diagnostics]/Trudy VNIIZhT. - M.: Intekst, 2007. - 152 p.
3. Kudriavtsev A.A. Nesushchaia sposobnost' opornykh konstruktsov kontaktnoi seti [The bearing capacity of the supporting structures of the contact network] / Moscow: Transport Publ., 1988. – 160 p.
4. Borts Yu. A., Chekulaev V. E. Kontaktnaya set': Ilyustrirovannoe posobie [Contact network.: Illustrated manual]. - 2nd ed., reprint. and additional-M.: Transport, 1981. 223 p.
5. Lobanov O. V. Opredeleniye kriteriyev otsenki kachestva tokos'yema na osnove raboty vagona ispytaniya kontaktnoy seti [Definition of evaluation criteria-quality current collection based on the work of the car testing contact network]. OBRAZOVANIYE – NAUKA – PROIZVODSTVO: materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [EDUCATION – SCIENCE – PRODUCTION: proceedings III all-Russian scientific-practical conference], December 20, 2019 Chita: ZIRT ISTU, 2019. pp. 199 – 203.
6. Erokhin E.A. Ustroystvo, ekspluatatsiya i tekhnicheskoye obsluzhivaniye kontaktnoy seti i vozdushnykh liniy [Device, operation and maintenance of the contact network and overhead lines] /. Moscow: UMTS ZHDT Publ., 2007. 404 p.
7. Lobanov, O.V. Sistema monitoringa rabotosposobnosti metallicheskih opornykh konstruktsov dlya skorostnogo i vysokoskorostnogo dvizheniya elektropodvizhnogo sostava [System for monitoring the operability of metal support structures for high-speed and high-speed movement of electric rolling stock]. Innovatsionnyye proizvodstvennyye tekhnologii i resursosberegayushchaya energetika: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Innovative production technologies and resource-saving energy: Materials of the international scientific and practical conference] - Omsk: Omsk State University of Railway Transport, 2021. - pp. 245-250.
8. Stupitskiy V.P., Khudonogov I.A., Tikhomirov V.A, Lobanov O.V Opredelenie ostatochnoy nesushchej sposobnosti metallicheskih konstrukcij kontaktnoj seti [Determination of residual bearing capacity of metal structures of the contact network]. *Izvestiya Transsiba [Journal of Transsib Railway Studies]*, 2019, No. 3 (39), pp. 88–99.
9. Kapranov B.I., Korotkov M.M. Akusticheskie metody kontrolya i diagnostiki. CHast' 1: uchebnoe posobie [Acoustic methods of control and diagnostics. Part 1: Tutorial]/Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2008. – 186 p.
10. Stupitskiy V.P., Khudonogov I.A., Tikhomirov V.A, Lobanov O.V Raschet nesushchej sposobnosti metallicheskoj reshetchatoj opory kontaktnoj seti pri kruchenii verhnjej chasti metodom konechnykh elementov v SAPR Femap [Calculation of bearing capacity of metal lattice catenary pole at torsion of the upper part by finite element method in Femap CAD] *Transport Urala [Transport of the Urals] USUPS. - Yekaterinburg. – 2021. – №1 (68). – Pp. 99-102*

Информация об авторах

Алексеев Вадим Валентинович – студент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: alex3ev.vadym@yandex.ru

Ступицкий Валерий Петрович – к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: dokasvp@mail.ru

Лобанов Олег Викторович – аспирант кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: oleg.6965@mail.ru

Суханин Артем Тимофеевич – студент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: artemsukhanin38@hotmail.com

Authors

Alekseev Vadim Valentinovich – student of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: alex3ev.vadym@yandex.ru

Valerii Petrovich Stupitskiy – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: dokasvp@mail.ru

Oleg Viktorovich Lobanov – postgraduate student of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: oleg.6965@mail.ru

Sukhanin Artem Timofeyevich – student of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: artemsukhanin38@hotmail.com