

Соболев М.Г.¹, Астраханцев Л.А.¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск

ЭЛЕКТРОКОРРОЗИЯ ОПОР НА УЧАСТКАХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. Железные дороги, на данный момент связывают большую часть нашей страны в единую транспортную систему, выполняют большую часть грузооборота среди всех видов транспорта, занимают важное место в экономической и стратегической составляющей России.

Большого внимания удостоивается электрификация железных дорог. На сегодняшний день электрифицировано 43,7 тысяч километров железных дорог, что составляет 51 % от всей сети железных дорог. Не смотря на свою пользу, электрификация несет за собой и ряд негативных последствий, таких как проблемы с электромагнитной совместимостью смежных линий, электрокоррозия металлоконструкций и железобетонных опор и другое.

В данной статье рассматривается проблема электрокоррозии опор на участках электрифицированных железных дорог постоянного тока.

Ключевые слова: электрокоррозия, железобетонные опоры, блуждающие токи.

Sobolev M.G.¹, Astrakhansev L. A.¹

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk

Electrocorrosion of supports on sections of electrified DC railways

Abstract. At the moment, railways connect most of our country into a single transport system, perform most of the cargo turnover among all types of transport, and occupy an important place in the economic and strategic component of Russia.

Great attention is paid to the electrification of railways. To date, 43.7 thousand kilometers of railways have been electrified, which is 51 % of the entire railway network. Despite its benefits, electrification also has a number of negative consequences, such as problems with the electromagnetic compatibility of adjacent lines, electrocorrosion of metal structures and reinforced concrete supports, and more.

This article deals with the problem of electrocorrosion of poles on sections of electrified DC railways.

Keywords: electrocorrosion, reinforced concrete supports, stray currents.

Введение

Электрокоррозия – это явление электрохимического разрушения подземных металлических частей железобетонных и металлических опор, фундаментов, трубопроводов, металлических оболочек кабелей, канализации и многого другого, вызванное блуждающими токами. При электрокоррозии металлических частей повреждения сосредоточиваются как правило на небольшой части поверхности металла, носят ярко выраженный язвенный характер и имеют округлую или продолговатую форму с крутыми стенками.

Электрокоррозионное разрушение опор зачастую происходит на участках железных дорог постоянного тока. Данное явление объясняется тем, что на электрифицированных железных дорогах рельсы используются для возврата тока к подстанции. В момент протекания тягового тока по рельсам, из-за недостаточной изоляции рельсов от грунта, его значительная часть стекает в землю. И если опоры заземлены без защитных устройств или защитные устройства неисправны, то тяговый ток стекает через опоры в землю напрямую [5].

Главным показателем, указывающим на опасные электрокоррозионные повреждения конструкций от действия блуждающих токов, принято считать плотность тока, стекающего с поверхности арматуры в подземной части конструкции опор. Допустимая плотность такого тока принята равной 0,6 мА/дм². Но прямое измерение данного параметра не является возможным. Поэтому для оценки электрокоррозионной опасности опор используют косвенные показатели.

В качестве таких косвенных показателей выбраны для измерения два параметра это ток утечки и сопротивление цепи заземления опор потенциала «рельс – земля». В соответствии с имеющимися на сегодняшний день нормами электрокоррозионно опасной считается опора, у которой ток величиной более 40 мА стекает с арматуры ее подземной части или ес-

ли на каждый вольт среднего положительного потенциала сопротивление опоры будет меньше 25 Ом [2,7,11].

Электрокоррозия на постоянном и переменном токе.

Большое количество электрокоррозионных разрушений опор отмечаются в основном на железных дорогах, электрифицированных на постоянном токе. Переменный ток частотой 50 Гц при плотности его до 20 мА/см² вызвать коррозию не способен. Наличие в бетоне солей и хлоридов способно привести к увеличению скорости коррозии, но на участках железных дорог переменного тока даже в сильно минерализованных средах опасных электрокоррозионных разрушений опор и фундаментов не наблюдается, так как скорость протекания реакции ниже из-за малых величин токов по сравнению с токами на участках постоянного тока. На участках железных дорог переменного тока диагностика электрокоррозии арматуры опор не производится, это связано с тем что при сопротивлении цепи заземления опор должно быть не менее 100 Ом, то есть при выполнении требования нормальной работы рельсовых цепей автоблокировки, опасность электрокоррозии отсутствует и практически полностью исключает опасную утечку тягового тока через опоры. Важно понимать, что вероятность электрокоррозии опор на переменном токе не отсутствует полностью, но очень мала [1,2,9].

Способы противостоять электрокоррозии.

Вопрос о разработке методов противостояния или предотвращения опасного электрокоррозионного воздействия блуждающих токов очень остро стоит на сегодняшний день. Пути по его решению имеют целью разработки вариантов по увеличению срока службы опор, предотвращений уже начавшейся коррозии и поиску возможности по избеганию потери металла. Данных целей пытаются достичь путем разработки мероприятий по снижению величины блуждающих токов или уменьшению влияния этих токов на сооружения или устройства в их зоне действия.

Данных целей возможно достичь сократив расстояния между подстанциями, повысив уровень изоляции рельсовых цепей от земли путем применения шпал с более высоким переходным сопротивлением и повысив проводимость РЦ, так же во решить проблему со значительными блуждающими токами может помочь решить увеличение напряжению контактной сети путем перехода на систему тяги постоянного тока повышенного напряжения.

Одним из способов защиты от электрокоррозии опор является соединение опор с рельсами через специальные заземляющие устройства: искровые промежутки и диодный заземлитель.

Искровые промежутки устанавливают металлических и железобетонных опорах при индивидуальном заземлении, а также в катодных зонах потенциалов рельсов при групповом заземлении. Они предназначены для защиты подземных сооружений от электрокоррозии и в обычном режиме работы искровые промежутки врезаются в заземляющий проводник, тем самым изолируют опору от рельсов. Когда на опору попадает высокое напряжение, происходит пробой искрового промежутка и наступает глухое заземление опоры на рельс.

Диодные заземлители решает задачи аналогичные задачам искровых промежутков. Диодный заземлитель более предпочтителен для группового заземления опор так как способен срабатывать более одного раза. Для предотвращения протекания тока на опорах корпус диодного заземлителя и его спуски изолируют от опоры [4,8].

Данный способ защиты не идеален, так как искровые промежутки зачастую срабатывают от коммутационных перенапряжений и в большинстве случаев оказываются «сваренными», т. е. они пропускают тяговый ток на арматуру опоры, что приводит к ее разрушению. И хотя выпускаемые в настоящее время защитные устройства заметно улучшены. Искровые промежутки комплектуют алюминиевыми электродами, которые гораздо труднее свариваются электрической дугой в отличии от медных. В искровом промежутке предусматриваются выхлопные отверстия. Поэтому при неоднократном срабатывании от токов короткого замыкания промежутков не обрывает цепь на рельс, хотя и выходит из строя, теряя изначальную работоспособность [1,4].

Имеет место быть и в наибольшей степени решают проблему применение изолирующих деталей, которые изолируют анкерные болты от опор. В качестве таких изолирующих элементов закладных деталей применяются типовые изолирующие втулки-прокладки из текстолита, фибра, битума или полимера. Металлические опоры изолируют от анкерных болтов, между опорой и контактной сетью монтируют нейтральные вставки [4,5].

Так же следует отметить, что при электрокоррозии арматуры железобетонных опор опасность представляют не только непосредственное разрушение самой арматуры, но и появление трещин бетона опоры. Они достаточно полно характеризуют состояние опор. Данный факт наличия трещин может существенно снизить несущую способность опоры. Чтобы хоть как-то снизить вероятность обрушения опор, устанавливают во внутрь опор кольцевого сечения дополнительную стержневую арматуру. Все эти мероприятия от растрескивания в полной степени не спасают, но в случае начала разрушения опоры они помогут сохранить достаточную несущую способность, чтобы опора не упала до принятия мер по устранению ее дефекта или замене опоры [1].

Самым новейшим способом по защите опор от электрокоррозии является замена железобетонных и металлических опор на опоры из композитных материалов. Данный способ имеет множество плюсов таких как простота установки, не подверженность какой-либо коррозии и большой срок службы. Но такие опоры имеют один существенный минус, на данный момент данные опоры имеют низкую несущую способность и используются на железной дороге только в качестве стоек для светофоров или как стойки для освящения, которые устанавливают на фундамент из полимербетона, стойкого к блуждающим токам.

Диагностика.

Как вариантом борьбы с электрической коррозией опор можно отметить своевременной обнаружение повреждений в подземной части опор без их откопки. Возможность вовремя выявить дефектную опору и принять необходимые меры по устранению дефектов или замене опоры, способна дать огромную пользу в плане безопасности перевозочного процесса. Данная задача является крайне сложной но, несмотря на это было выделено два основных метода диагностики опор: электрохимический и вибрационный.

Эти методы диагностики повреждений опор являются составными частями единой системы диагностики. Информации, получаемой по этим методам, зачастую недостаточно для того, чтобы сделать выводы о состоянии опоры. И это связано не с недостатками этих методов, а с тем, что достаточно большое количество факторов оказывают влияние на результаты диагностики. Прямое использование электрохимического метода затрудняется, это из-за того, что опоры контактной сети находятся в поле блуждающих токов, арматура их может иметь непосредственный контакт с рельсом, а также грунтом, так как струны в нижнем торце не всегда изолированы.

На конечные результаты вибрационного метода серьезно влияют состав грунта, тяжесть проводов на кривых участках пути, а также степень повреждения самих опор. Данным методом трудно определить начальную стадию разрушений опор а следовательно не представляется возможным вовремя заменить опору или принять меры по восстановлению ее несущей способности [1,2,3,6].

Заключение.

Проблема с защитой опор от электрокоррозии является одной из главных проблем электрифицированных железных дорог постоянного тока и не только. Блуждающие токи оказывают значительное влияние и на фундаменты зданий, водопроводы и канализации, кабельные линии и на многие другие коммуникации.

Невзирая на принятые в последнее время меры защиты конструкций от токов стекания с рельсов, полностью остановить электрокоррозионные разрушения не удастся. В дальнейшем следует разрабатывать технические решения, выполнять научные исследования и обосновать перспективные направления для снижения и устранения разрушающего воздействия электрокоррозии на оборудование железной дороги. К сожалению эффективность известных защитных средств еще недостаточно высока, а возникший однажды коррозионный процесс

очень трудно устранить. Наиболее перспективными направлениями, которые заслуживают внимания являются повышение напряжения постоянного тока с целью снижения величины токов утечки, применение композитных, электроизоляционных материалов для защиты металлических конструкций от коррозии, которые изготавливаются с помощью нанотехнологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудряцев А.А. Несущая способность конструкции контактной сети /Москва; транспорт, 1988-с.160.
2. Состоянию опор – повышенное внимание ! [Электронный ресурс] / Сцбист: Электронный журнал – Режим доступа: <http://scbist.com/xx2/33065-08-2006-sostoyaniyu-opor-povyshennoe-vnimanie.html> , свободный.
3. Усовершенствовать устройства защиты опор от электрической коррозии [Электронный ресурс]/Сцбист: Электронный журнал – Режим доступа: <http://scbist.com/xx2/9526-usovershenstvovat-ustroistva-zaschity-opor-ot-elektricheskoi-korrozii.html> , свободный.
4. Крупницкая И.И. Кравченко Т.Г. Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами СН 65-76 /Москва; Стройиздат, 1977.
5. Ерохин Е.А. Устройство, эксплуатация и техническое обслуживание контактной сети и воздушных линий / Москва; ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007.
6. Чекулаев В.Е. Ультразвуковая оценка прочности опор // [Электронный ресурс] / Сцбист: Электронный журнал – Режим доступа: <http://scbist.com/xx2/16662-ultrazvukovaya-ocenka-prochnosti-opor.html> , свободный .
7. Бондарев Н.А., Чекулаев В.Е. Контактная сеть / Москва; Издательство «Маршрут», 2006.
8. Михеев В.П.. Контактные сети и линии электропередач/ Москва; Издательство «Маршрут», 2003.
9. Котельников А.В. Блуждающие токи электрифицированного транспорта сеть / Москва; Издательство «Транспорт», 1986.
10. Бондарев Н.А., Горшков Ю.И. Контактная сеть / Москва; Издательство «Транспорт», 1990.
11. Вайнштейн А.Л., Павлов А.В. Коррозионные повреждения опор контактной сети / Москва; Издательство «Транспорт», 1988.

REFERENCES.

1. Kudryavtsev A. A. The bearing capacity of the contact network structure /Moscow; transport, 1988-p. 160.
2. The condition of the supports – increased attention ! [Electronic resource] / Scbist: Electronic Journal-Access mode: <http://scbist.com/xx2/33065-08-2006-sostoyaniyu-opor-povyshennoe-vnimanie.html> , free.
3. To improve the devices for protecting supports from electrical corrosion [Electronic resource]/Scbist: Electronic Journal-Access mode: <http://scbist.com/xx2/9526-usovershenstvovat-ustroistva-zaschity-opor-ot-elektricheskoi-korrozii.html> , free.
4. Krupnitskaya I. I. Kravchenko T. G. Instructions for the protection of reinforced concrete structures from corrosion caused by stray currents СН 65-76 / Moscow; Sroyizdat, 1977.
5. Erokhin E. A. Device, operation and maintenance of the contact network and overhead lines / Moscow; GOU "Educational and Methodological Center for Education in Railway transport", 2007.
6. Chekulaev V. E. Ultrasonic assessment of the strength of supports // [Electronic resource] / Scbist: Electronic Journal-Access mode: <http://scbist.com/xx2/16662-ultrazvukovaya-ocenka-prochnosti-opor.html> , free

7. Bondarev N. A., Chekulaev V. E. Contact network / Moscow; Publishing House "March-ruth", 2006.
8. Mikheev V. P.. Contact Networks and Power Lines/ Moscow; Route Publishing House, 2003.
9. Kotelnikov A.V. Stray currents of electrified transport network / Moscow; Transport Publishing House, 1986.
10. Bondarev N. A., Gorshkov Yu. I. Contact network / Moscow; Transport Publishing House, 1990.
11. Vainshtein A. L., Pavlov A.V. Corrosion damage of contact network supports / Moscow; Transport Publishing House, 1988.