

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Лесников Дмитрий Валентинович

аспирант

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
университет путей сообщения»

г. Екатеринбург, Свердловская область

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ КОНСТРУКЦИЙ КОНТАКТНОЙ СЕТИ И АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ АНАЛОГОВ

Аннотация: в статье представлено описание основных документов, регламентирующих заземление конструкций, расположенных вдоль электрических железных дорог в странах Евросоюза. Дано описание основных заземляющих систем, применяемых за рубежом на участках постоянного тока, а также описана конструкция системы заземления с использованием дополнительного заземлителя, которая используется на высокоскоростных линиях переменного тока.

Ключевые слова: система заземления, электрическая железная дорога, блуждающие токи, подземные сооружения.

На сегодняшний день электрифицированный железнодорожный транспорт является одним из распространенных видов транспорта в мире. Его используют как для перевозки грузов на дальние расстояния, так и для перевозки пассажиров. В условиях современных мегаполисов такой вид электрифицированного транспорта как метро играет очень важную роль, обеспечивая быстрое перемещение в как в черте города, так и в пригороде. Кроме того, электрифицированный транспорт является наиболее экологичным и меньше всего оказывает влияние на окружающую среду.

Одной из основных проблем электрифицированного железнодорожного транспорта является проблема блуждающих токов и их влияния на сооружения,

расположенные вдоль железной дороги. Величина бегущих токов и степень их влияния на конструкции контактной сети напрямую зависит от способа их заземления. Таким образом выбор эффективного способа заземления конструкций контактной сети является важной задачей, особенно при развертывании высокоскоростного движения.

В УрГУПС сегодня ведется исследование инновационных заземляющих устройств постоянного и переменного тока. Описание конструкции этих устройств и принципа их работы представлено в докладе «Инновационные заземляющие устройства опор контактной сети», включенного в этот сборник. Основной идеей этих заземляющих устройств является дренирующего применение протяженного заземлителя и отказ от заземления опор на рельсовую сеть.

На сегодняшний день основной тенденцией развития электрических железных дорог в мире является высокоскоростной железнодорожный транспорт. В этом отношении наша страна значительно отстает от таких стран как Германия, Италия, Франция, Япония и Китай, где на сегодняшний день успешно эксплуатируются высокоскоростные железнодорожные линии. Таким образом очень важно использовать опыт эксплуатации зарубежных высокоскоростных железных дорог для более продуктивного их внедрения на территории нашей страны.

Для начала необходимо отметить основные отличия электрифицированных железных дорог России и западных стран. Сегодня в России в эксплуатации остается достаточно обширный полигон железных дорог, электрифицированных на постоянном токе, в то время как в странах Евросоюза системы электроснабжения постоянного тока используются только в метро и на пригородных линиях и считаются устаревшими. Однако, несмотря на небольшую распространенность железных дорог постоянного тока, в европейских странах достаточно серьезно относятся к проблеме электрокоррозионного влияния электрифицированных железных дорог на подземные сооружения, такие как газо- и нефтепроводы, кабели, а также на сооружения инфраструктуры самих железнодорожных линий.

Основным документом, регламентирующим работу железных дорог стран Евросоюза, является директива 2008/57/ЕС о функциональной совместимости

железных дорог внутри Евросоюза. На основании этого документа составляются так называемые технические требования к эксплуатационной совместимости (в оригинале TSI), которые можно сопоставить с отечественными инструкциями ЦЭ. В рамках этой статьи наиболее интересным является TSI 50122, регламентирующий электробезопасность, заземление и обратные контуры. Он состоит из трех частей:

1. TSI 50122-1 – Защитное оборудование от поражения электрическим током.
2. TSI 50122-2 – Оборудование, направленное против влияния блуждающих токов, создаваемых железными дорогами постоянного тока.
3. TSI 50122-3 – Взаимное влияние железных дорог постоянного и переменного тока.

Согласно этим документам на железных дорогах стран Евросоюза в целях снижения величины блуждающих токов, создаваемых железными дорогами постоянного тока, ни одна конструкция, установка или сооружение, не изолированные от земли, не должны быть связаны с обратным контуром. Здесь следует отметить, что по этим же документам к обратному контуру относится не только рельсовая сеть, но и дополнительные обратные проводники. Эти проводники прокладываются параллельно рельсам и соединяются с ними через определенный интервал.

Далее в этой статье будут представлены основные зарубежные системы заземления, применяемые на электрических железных дорогах. Для нашей страны наиболее актуальными будут являться системы, применяемые на железных дорогах постоянного тока. К таким системам относятся следующие:

1. Система «глухого» заземления.
2. Изолированная система.
3. Система дренажных слоев.

Как уже отмечалось, за рубежом система электроснабжения постоянного тока применяется только на линиях метрополитена и на пригородных линиях.

Система «глухого» заземления. Схема этой системы представлена на рисунке 1. Отрицательный полюс каждой подстанции заземляется на отдельную

заземляющую сетку, минуя любые сопротивления в контуре заземления. Таким образом обратный контур, создаваемый ходовыми рельсами, действительно становится параллельным с землей, при этом значительная часть обратного тока может протекать через землю, повышая угрозу коррозии подземных конструкций вблизи от путей [6].

Стоит отметить, что данная система считается устаревшей и на современных линиях не применяется.

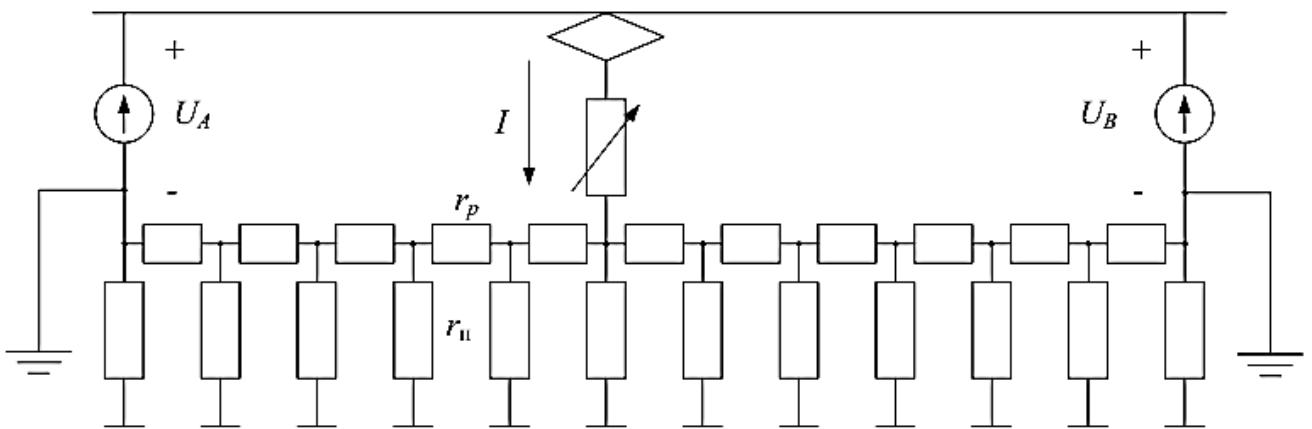


Рис. 1. Схема системы «глухого» заземления

Изолированная система. Эта схема отличается от предыдущей только тем, что отрицательный полюс подстанции отдельно не заземляется. Эта система характеризуется меньшей величиной блуждающих токов, однако при этом наблюдается повышенный потенциал рельсов по отношению к земле, что может быть опасно для обслуживающего персонала. Данная система также считается устаревшей.

Система дренажных слоев. Соответствующая схема представлена на рисунке 2.

Эта система основана на использовании вдоль железнодорожной линии специальных дренажных слоев, расположенных под землей вдоль оси пути. Дренажным слоем является обычная заземляющая сетка. Каждый дренажный слой соединяется с соседним, а слои, расположенные у подстанций, дополнительном подключаются через диодный блок к отрицательному полюсу каждой подстанции. Кроме того, отрицательный полюс подстанций также соединяется с землей через

диодный блок. Стоит отметить, что в качестве дренажных слоев можно использовать железобетонные конструкции нижнего строения пути.

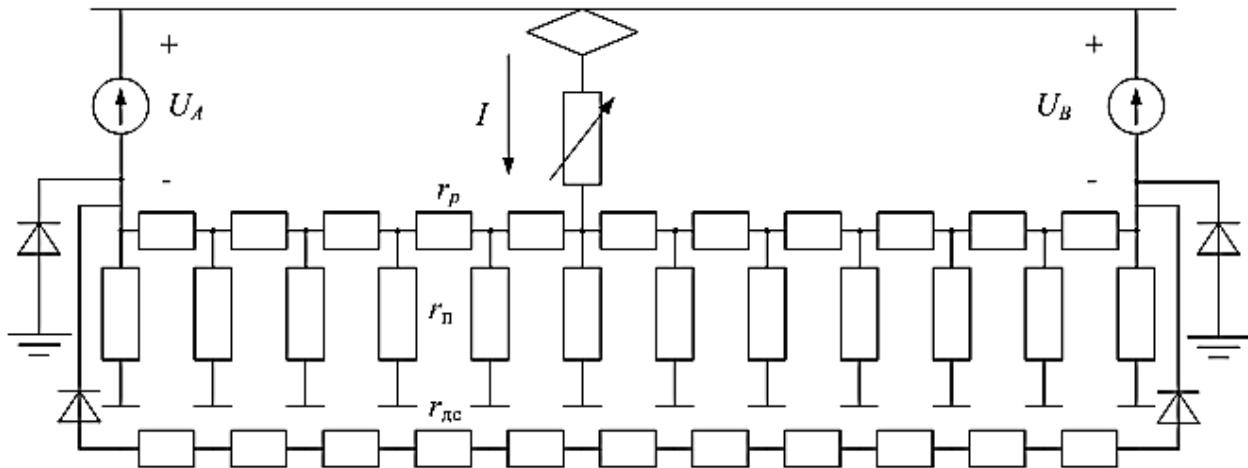


Рис. 2. Схема системы дренажных слоев

Эта система позволяет не только защищать подземные металлические сооружения, но и защищать сами дренирующие слои.

На переменном токе, согласно TSI 50122-1, в целях защиты от косвенного прикосновения, применяется соединение конструкций с рельсом или обратным проводом. На постоянном токе, согласно стандарту TSI 50122-2, соединение конструкций с обратным контуром разрешается только в случае их изоляции от земли. В нашей стране также практикуется использование рельсов для целей защитного заземления, однако у нас не используются дополнительные обратные проводники.

Учитывая указанные требования европейских стандартов, интересным видится система заземления, реализованная на высокоскоростной линии SUI-YU в Китае. Система носит аббревиатуру IGL (integrated grounding line), что можно перевести как встроенная заземляющая линия [5]. IGL представляет собой голый медный проводник, проложенный вдоль пути параллельно ему. При этом он разделяется на секции и подключается к нейтральным точкам дроссель-трансформаторов. Все заземляемые конструкции, расположенные вдоль железной дороги, соединяются с IGL. Схема системы с применением IGL представлена на рисунке 3.

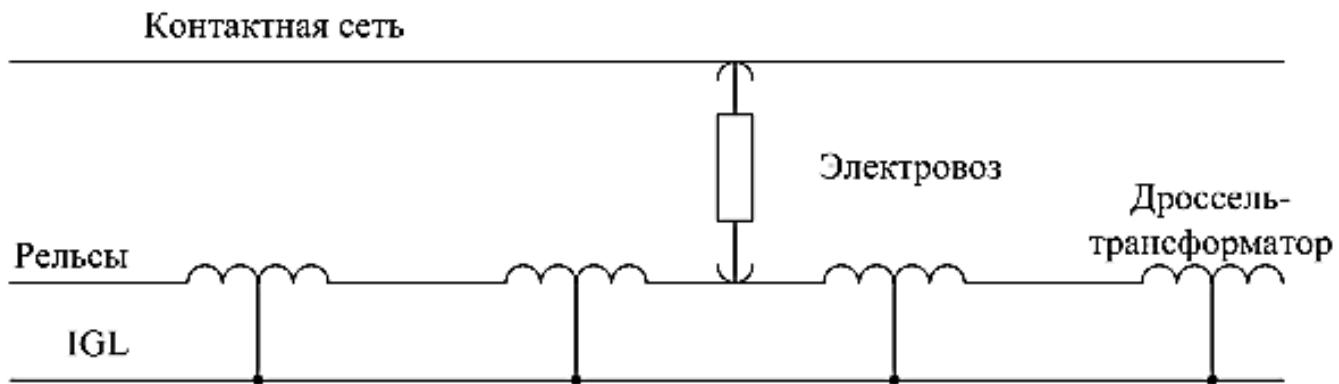


Рис. 3. Схема соединения IGL с рельсовой сетью

Работе [5] представлены результаты экспериментов по применению IGL на линии SUI-YU, результаты которых показали, что применение этой системы способствует снижению потенциала рельсов почти на треть. Но более интересен вывод о том, что с увеличением протяженности IGL снижается ее полное продольное сопротивление, но при этом наблюдается рост реактивного сопротивления.

Стоит отметить, что подобные системы применяются на европейских высокоскоростных железных дорогах, например, в Италии [8].

Иновационные заземляющие устройства опор контактной сети, исследуемые в УрГУПС, основаны на том же принципе – использование дополнительного заземлителя, но имеют отличия от описанных систем. Самое главное отличие заключается в том, что за рубежом дополнительный заземляющий провод монтируется на опорах, или на поверхности земли, в то время как в инновационных заземляющих устройствах дренирующий протяженный заземлитель располагается под землей, что дополнительно способствует снижению величины бегущих токов в земле вокруг железной дороги, а также защищает конструкции контактной сети от электрокоррозионных повреждений.

Выводы:

В представленной работе дано описание основных систем заземления, применяемых на зарубежных железных дорогах. Указаны основные документы, регламентирующие заземление конструкций, расположенных вдоль железных дорог, в странах Евросоюза. Стоит отметить, что в этих документах указано, что

для защиты от косвенного контакта с токоведущими частями, предпочтительным является их соединение с обратным проводом или рельсом. Однако несмотря на это на Европейских дорогах применяются системы с использованием дополнительных заземляющих проводов, которые также применяются на Китайских железных дорогах.

Список литературы

1. Alamuti M.M., H. Nouri H., Jamali S. Effects of earthing systems on stray current for corrosion and safety behaviour in practical metro systems. IET Electrical Systems in Transportation, 2011. – 1-11. – doi: 0.1049/iet-est.2010.0029.
2. European standard EN 50122-1. Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 1: Protective provisions against electric shock. European standard EN 50122-1. January 2011.
3. European standard EN 50122-2. Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems. October 2010.
4. European standard EN 50122-3. Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 3: Mutual Interaction of a.c. and d.c. traction systems. October 2010.
5. Directive 2008/57/EC of the European parliament and of the council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community.
6. Guangning Wu, Senior Member, IEEE, Guoqiang Gao, Anping Dong, Lijun Zhou, Xiaobin Cao, Wangang Wang, Bo Wang, Yuanfang Tang, Jigang Chen. Study on the Performance of Integrated Grounding Line in High-Speed Railway. IEEE transactions on power delivery, 2011. – vol. 26. – no. 3. – 1803–1809.
7. Niasati M., Gholami A. Overview of stray current control in DC railway systems. Railway Engineering – Challenges for Railway Transportation in Information Age, Hong Kong, 2008.

8. Ogunsola A., Mariscotti A, Sandrolini L. Estimation of Stray Current From a DC-Electrified Railway and Impressed Potential on a Buried Pipe. IEEE transactions on power delivery, 2012. – vol. 27. – no. 4. – 2238–2246.
9. Sandidzadeh M.A., Shafipour A. Controlling and Simulation of Stray Currents in DC Railway by Considering the Effects of Collection Mats. Infrastructure Design, Signalling and Security in Railway. InTech. 2012.
10. Tortia A.M.L. Turin-Milan high speed railway line, 2 x 25 kv 50 Hz Ac electrified. EMC problems in earthing of exposed conductive parts, in Proc. Int. SPEEDAM, 2006. – P. 1127–1132.