

Оценка диаграммы показывает, что в питающей сети при работе универсального трехфазного транзисторного инверторного источника питания выражены 3-я гармоника тока, составляющая 24,4 % от 1-й гармоники, 5-я – 6,6 %, 7-я – 8,8 %, 9-я – 2,5 %, 11-я – 2,2 %, 13-я – 1,5 %, 15-я – 2,5 %, 17-я – 1,4 %, 23-я – 1,2 %, остальные нечетные гармоники тока не превышают 1 %.

Таким образом, сварочные аппараты оказывают пагубное влияние на качество электроэнергии из-за высоких пусковых токов и импульсов, которые они генерируют. Это может привести к перегрузкам и перегреву электросетей, а также вызвать скачки напряжения и нестабильность в энергосистеме. Более того, использование сварочных аппаратов без регулярной проверки и обслуживания может привести к повреждениям оборудования и авариям. Поэтому важно соблюдать все меры предосторожности при работе с такими устройствами и обеспечивать правильное обслуживание оборудования для предотвращения возможных проблем с качеством электроэнергии.

Литература

1. Оценка потерь электрической энергии, вызванных несинусоидальными режимами, при расчете небалансов системных подстанций 10 кВ / Широков, О. Г. [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – 2015. – Т. 1, № 1 (60). – С. 81–90.
2. Электромагнитная совместимость источников питания сварочной дуги / И. В. Пентегов [и др.] // Электротехника и Электромеханика. – 2012. – № 3. – С. 34–40.
3. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок: / А. Н. Миронова, Ю. М. Миронов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 470 с.
4. Рымар С. В. Влияние сварочных источников питания на трехфазную электрическую сеть / С. В. Рымар, А. М. Жерносеков, В. Н. Сидорец // Автомат. сварка. – 2011. – № 10. – С. 49–55.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

М. А. Вегера, К. Е. Коршунов, И. Д. Костюченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

Представлены основные документы, регламентирующие заземление конструкций, расположенных вдоль электрических железных дорог в странах Евросоюза и Республики Беларусь. Дано описание основных заземляющих систем, применяемых за рубежом на участках постоянного тока, а также описана конструкция системы заземления с применением дополнительного заземлителя, которая используется на высокоскоростном электрофицированном железнодорожном транспорте, работающий на переменном токе.

Ключевые слова: блуждающие токи, дренаж, электрофицированные железные дороги.

Основной проблемой электрифицированного железнодорожного транспорта является блуждающие токи и влияние их на сооружения находящиеся рядом с железной дорогой. Величина блуждающих токов и степень их влияния на конструкции контактной сети напрямую зависит от способа их заземления.

В Беларуси ведется исследование инновационных заземляющих устройств постоянного и переменного тока. Основной идеей этих заземляющих устройств является применение протяженного заземлителя дренажного типа и отказ от заземления опор на рельсовую сеть.

В настоящее время на территории Беларуси функционируют достаточно много

железных дорог, которые электрифицированы на постоянном токе. Нормативным документом о работе железной дороги в Беларуси являются: закон Республики Беларусь «О железнодорожном транспорте»; РД РБ БЧ 55.012–97 – Инструкция по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами.

В то же самое время в странах Европейского союза системы электроснабжения постоянного тока используются исключительно для питания метрополитена и пригородных линий, а также считаются устаревшими.

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 технические требования к эксплуатационной совместимости (в оригинале TSI). Этот документ регламентирует 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.

Далее будут рассмотрены основные зарубежные системы заземления, применяемые на электрических железных дорогах. В контексте нашей страны особенно важными являются системы, используемые на железных дорогах постоянного тока. К ним относятся: система «глухого» заземления; изолированная система; система дренажных слоев.

Как уже упоминалось ранее, за границей система электроснабжения постоянного тока используется лишь на метрополитенах и пригородных линиях.

Система «глухого» заземления. Схема этой системы представлена на рис. 1. Отрицательный полюс каждой подстанции подключается к отдельной заземляющей сети, обходя все сопротивления в заземляющем контуре. Таким образом, обратный контур, образуемый рельсами, фактически становится параллельным земле, что увеличивает риск коррозии подземных конструкций вблизи путей из-за возможного протекания значительной части обратного тока через землю. Стоит отметить, что данная система считается устаревшей и на современных линиях не применяется.

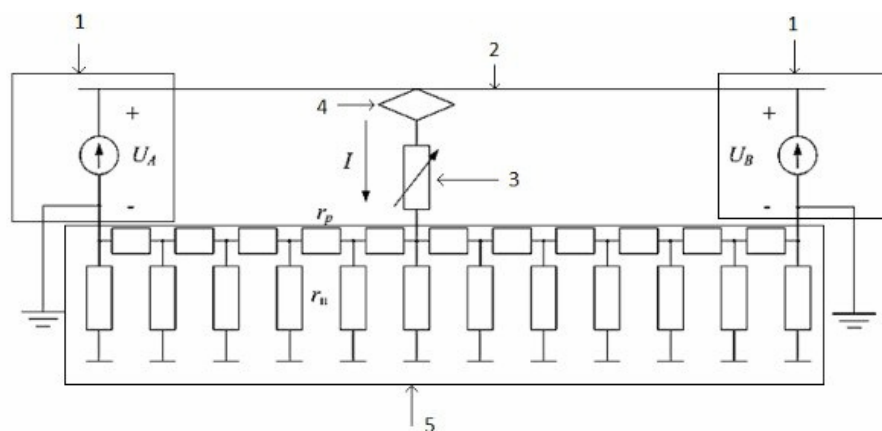


Рис. 1. Схема системы «глухого» заземления:

1 – питающая подстанция; 2 – контактный рельс; 3 – поезд;
4 – подвижной контакт; 5 – рельсы

Изолированная система. Отличие этой схемы от предыдущей заключается лишь в том, что отрицательный полюс подстанции не имеет отдельного заземления. Этот вариант характеризуется уменьшенным значением величины блуждающих токов, но при этом возникает увеличенный потенциал рельсов относительно земли, что представляет опасность для персонала обслуживания. Такая конфигурация также признается устаревшей.

Система дренажных слоев. Соответствующая схема представлена на рис. 2.

Данная система базируется на применении вдоль железнодорожной линии особых дренажных слоев, расположенных под землей вдоль оси пути. Дренажным слоем является обычная заземляющая сетка. Каждый слой дренажа соединяется с соседним. Слои, которые находятся у подстанций, дополнительно подключаются к отрицательному полюсу каждой из подстанций через диодный блок. Отрицательный полюс подстанций также имеет возможность соединения с поверхностью земли через диодный блок. Стоит отметить, что в качестве дренажных слоев можно использовать железобетонные конструкции нижнего строения пути.

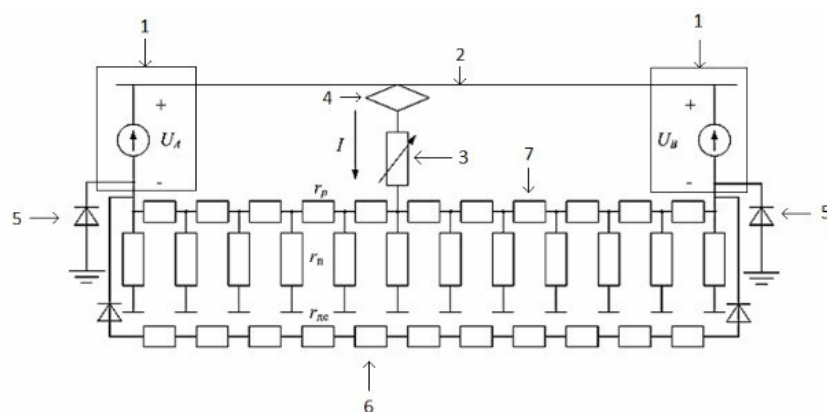


Рис. 2. Схема системы дренажных слоев:

1 – питающая подстанция; 2 – контактный рельс; 3 – поезд;
4 – подвижный контакт; 5 – диодный блок; 6 – дренажный слой; 7 – рельсы

Учитывая указанные требования европейских стандартов, можно рассмотреть систему, реализованную на высокоскоростной линии SUI - YU в Китае. Система называется IGL (integrated grounding line), и переводится как встроенная заземляющая линия; IGL – голый медный проводник, проложенный вдоль пути параллельно ему. Также он делится на секции и подключается к нейтральным точкам дроссель-трансформаторов. Вдоль железной дороги все заземляемые конструкции соединяются с IGL. Схем системы с применением IGL представлена на рис. 3.

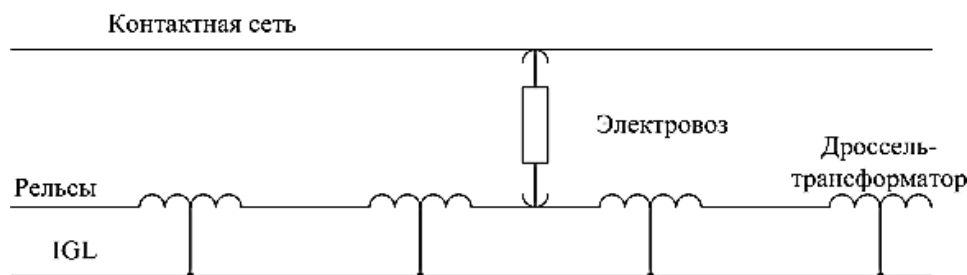


Рис. 3. Схема соединения IGL с рельсовой сетью

Инновационные заземляющие устройства опор контактной сети, которые изучаются в Беларуси, основаны на том же принципе – использовании дополнительных заземляющих проводников. Они отличаются от описанных систем. Самое главное отличие заключается в том, что за рубежом дополнительные провода заземления крепятся к опоре или к поверхности земли, в то время как в инновационных заземляющих устройствах дренирующий протяженный заземлитель располагается под землей, что дополнительно способствует снижению величины блуждающих токов в земле вокруг железной дороги, а также защищает конструкции контактной сети от электрокоррозионных повреждений.

Данная работа представляет собой описание основных систем заземления, которые используются на железных дорогах зарубежных стран. В Евросоюзе приняты основные документы, которые регулируют заземление конструкций, которые расположены вдоль железных дорог. 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.

Литература

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

И. Д. Костюченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: Т. В. Алферова, О. Г. Широков

Рассмотрена область применения современных источников света и сравнение их электрических характеристик на примере светильников разных видов.

Ключевые слова: современные источники света, электрические характеристики, область применения.

В настоящее время наиболее распространенными источниками света являются светодиодные. С момента создания область применения светодиодных источников света существенно расширилась, так как сначала они применялись исключительно в электронных устройствах в качестве ламп индикации и оповещения, поскольку тогда еще не был изобретен синий светодиод, а сегодня они применяются повсеместно,