

УДК 621.331, 621.311

**Разгонов А.П., Дьяков В.А., Журавлев А.Ю.**, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина, Днепропетровск

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ УСТРОЙСТВ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ В ЗОНЕ СТАНЦИИ СТЫКОВАНИЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ**

В статье описаны существующие способы стыкования электрифицированных участков постоянного и переменного токов на железных дорогах Украины. Приведены результаты расчётов и экспериментальное определение потенциалов «рельс–земля», создаваемых протекающими постоянными тяговыми токами на электрифицированных участках переменного тока. Предложено усовершенствование противокоррозионной защиты опор контактной сети на электрифицированных участках переменного тока. Предложены методы повышения помехоустойчивости рельсовых цепей систем СЦБ на электрифицированных участках переменного тока в условиях влияния постоянного тягового тока.

**Ключевые слова:** тяговое электроснабжение, электрифицированный участок дороги.

В настоящее время в большинстве стран мира электрификация железных дорог осуществляется на переменном токе напряжением 25 кВ (50 Гц) или 15 кВ (16,7 Гц) и на постоянном токе напряжением 3 кВ или 1,5 кВ. Стыкование электрифицированных участков разного рода тока и разного уровня напряжения осуществляется с использованием тепловозных вставок, станций стыко-

вания и нейтральных вставок с использованием многосистемных электровозов. Последняя схема нашла широкое распространение в Западной Европе. На Украине, как правило, используются станции стыкования (Иловайск, Пятихатки-Стыковая, Львов и др.) и только на участках Купянск – Харьков и Купянск – Святогорск, Полтава – Харьков и Полтава – Лозовая используются двухсистемные электровозы (25 кВ переменного/3 кВ постоянного токов) ВЛ 82 М и в настоящее время межрегиональные поезда компаний «Hyundai-Rotem», «Skoda Vagonka» и современные электропоезда Крюковского вагоностроительного завода. При проследовании двухсистемным электровозом нейтральных вставок скорость не снижается, что даёт большое преимущество применения многосистемных электровозов перед традиционной схемой стыкования электрифицированных участков постоянного и переменного токов.

Однако независимо от способа стыкования электрифицированных участков постоянного и переменного токов, постоянные токи затекая на электрифицированные участки переменного тока насыщают магнитопроводы путевых дроссель-трансформаторов ДТ-1-150, что может привести к отказам в работе рельсовых цепей СЦБ.

Исследования, проведенные сотрудниками ДИИТа совместно с ДЭЛ Приднепровской железной дороги в зоне станций стыкования [1] показали, что при увеличении переходного сопротивления «рельс–земля» в зимний период тяговые постоянные токи выносятся на электрифицированный участок переменного тока на расстояние более 30 км от станции стыкования, что при асимметрии параметров рельсовой линии (продольное сопротивление рельсов, переходное сопротивление «рельс–земля») может быть одной из причин сбоев в работе системы СЦБ. Кроме того, тяговые постоянные токи на электрифицированных участках переменного тока вызывают коррозионное повреждение арматуры железобетонных опор и фундаментов контактной сети, железобетонных шпал, подошвы рельсов, рельсовых скреплений и т.п. [2].

Вместе с тем, в существующих нормативных документах не оговорены дополнительные требования по противокоррозионной защите железобетонных опор на электрифицированных железных дорогах переменного тока, примыкающих к станциям стыкования электрифицированных участков постоянного и переменного токов.

Известно, что на железобетонных опорах с сопротивлением более 100 Ом в заземляющие спуски не устанавливаются специальные защитные устройства, препятствующие утечке сигнального и тяговых токов с рельсов в землю [1]. Если сопротивление опоры менее 100 Ом, то её заземление на рельсы производится через защитные устройства – искровые промежутки, диодные заземлители с последовательно включёнными искровыми промежутками [2].

Характер распределения постоянных токов в тяговых сетях электрифицированных участков переменного тока в зоне станции стыкования Пятихатки – Стыковая осуществлялась путём расчёта на ЭВМ. Расчёт проводился при нормальном режиме работы тяговых подстанций и при отключении тяговой подстанции Пятихатки. Схема участка представлена на рис. 1.

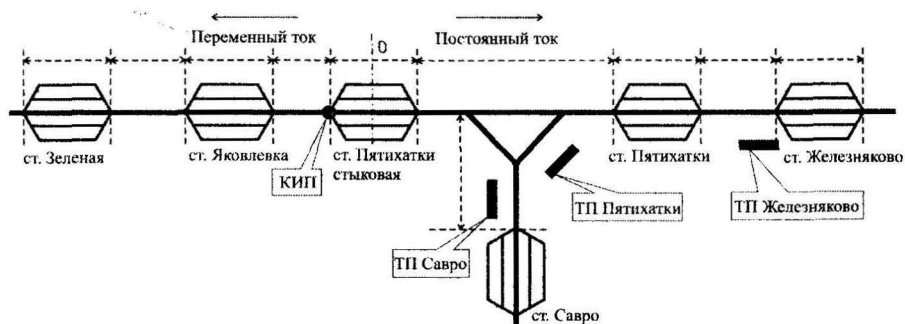


Рис. 1. Схема участка

В результате расчётов получены семейство кривых распределения тяговых постоянных токов в рельсах и потенциалов «рельс–земля», приведенных на рис. 2 и 3.

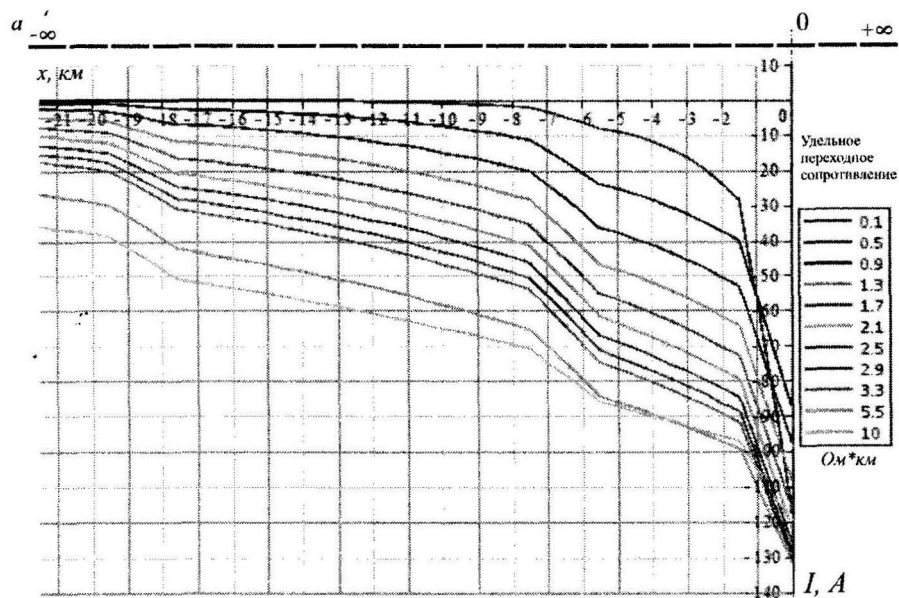


Рис. 2. Распределение тяговых постоянных токов в рельсах электрифицированных участков переменного тока: а – при нормальном режиме работы тяговых подстанций (окончание на с. 34)

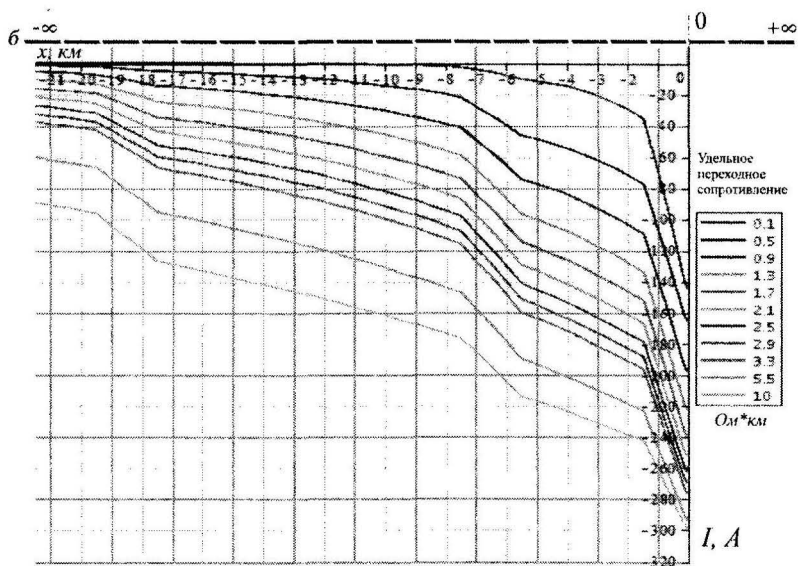


Рис. 2. Окончание: б – при отключении тяговой подстанции Пятихатки

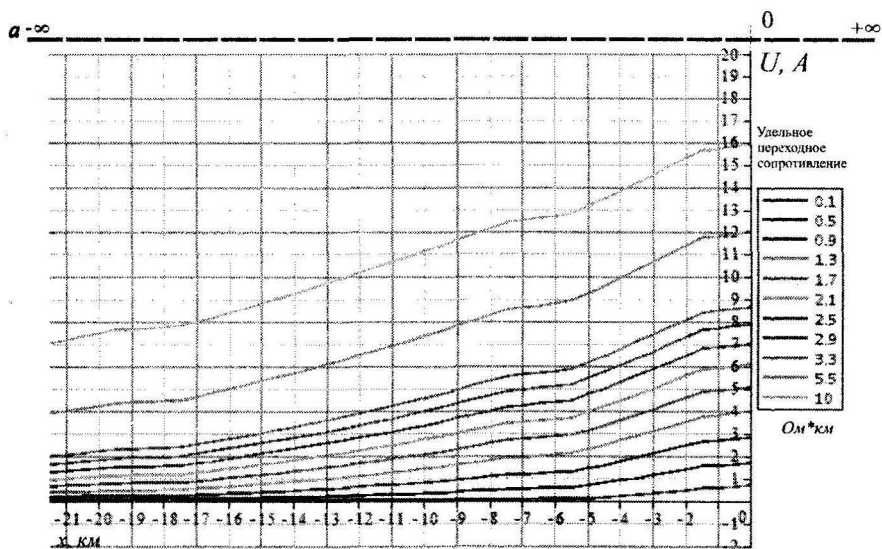


Рис. 3. Распределение потенциалов «рельс–земля» на электрифицированных участках переменного тока: а – при нормальном режиме работы тяговых подстанций (окончание на с. 35)

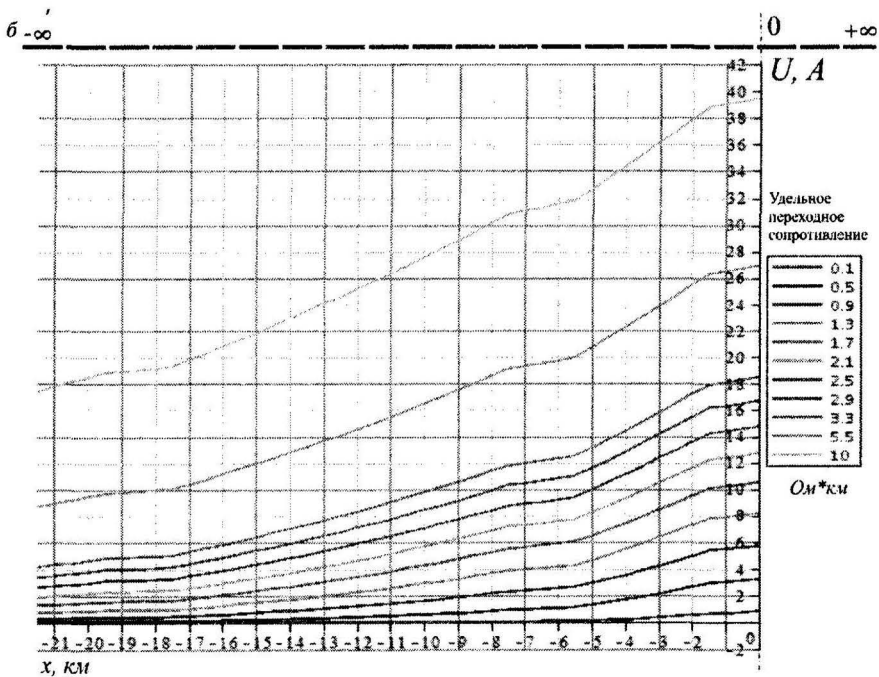


Рис. 3. Окончание: б – при отключении тяговой подстанции Пятихатки



Рис. 4. Контрольно-измерительный пункт

Исследования (рис. 4), проведенные сотрудниками ДИИТа совместно с ДЭЛ Приднепровской железной дороги в зоне станции стыкования, показали, что обратный тяговый постоянный ток выносятся на электрифицированные участки переменного тока и, стекая с заземленных железобетонных опор в грунт, вызывает коррозионное разрушение арматуры опор.

Потенциалы «рельс-земля» на этих участках измерялись и регистрировались измерительным прибором типа М-231 и аналогово-цифровым измерительным модулем (имеющим гальваническую развязку по входу) с ЭВМ.

Характерный пример записи потенциалов «рельс–земля» с помощью аналого-цифрового измерительного комплекса приведен на рис. 5. В результате максимальное значение потенциала постоянного тока составило 17,6 В.

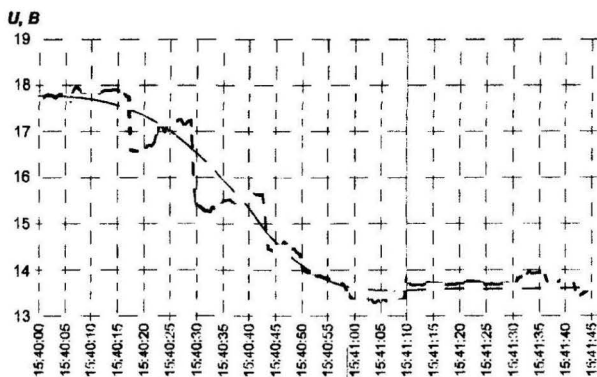


Рис. 5. Фрагмент измерения потенциала «рельс–земля» в КИП

Результаты измерения средних значений потенциалов «рельс–земля» подтвердили результаты расчётов и позволяют сделать вывод, что тяговые постоянные токи достаточно далеко проникают на полигон электрифицированных участков переменного тока. Это вызывает угрозу коррозионного повреждения железобетонных опор контактной сети заземлённых на рельсы без установки защитных устройств в заземляющие спуски. В этой связи для обеспечения противокоррозионной защиты железобетонных опор на электрифицированных железных дорогах переменного тока независимо от сопротивления опор необходимо в заземляющие спуски устанавливать защитные устройства, предусмотренные для противокоррозионной защиты железобетонных опор на электрифицированных железных дорогах постоянного тока. Величина допустимой утечки тягового постоянного тока с железобетонной опоры в грунт в зависимости от мощности опоры колеблется от 20 до 40 мА, что соответствует потенциалу «рельс–земля» 2...4 В при сопротивлении опоры 100 Ом.

Практически исключается коррозионное повреждение железобетонных опор и фундаментов опор контактной сети разземлением опор. Однако при разземлении опор необходимо совершенствовать защиты контактной сети от «малых токов короткого замыкания». Разземление опор позволяет снизить асимметрию параметров рельсовой цепи, что позволяет повысить надёжность работы устройств СЦБ [3].

Таким образом, усовершенствование противокоррозионной защиты опор контактной сети переменного тока в зонах стыкования электрифицированных

участков постоянного и переменного токов должно осуществляться комплексом мер, разработанных в результате проведения необходимых исследований.

Для устранения натекания тяговых постоянных токов на рельсовые цепи электрифицированного участка переменного тока необходимо не соединять нулевые точки дроссель-трансформаторов в западной горловине станции Пятихатки – Стыковая. В этом случае, особенно при коротких замыканиях в тяговой сети, возможно появление опасных потенциалов на изолирующем стыке, который можно снизить включением в рассечку между нулевыми точками дроссель-трансформаторов силовых защитных коммутирующих блоков (СЗКБ) [4].

### **Список литературы**

1. Сиченко В.Г., Дьяков В.О., Колесник Д.Ю., Полях О.М. Протикорозійний захист суміжних пристроїв у системах тягового електропостачання: Монографія / За загальною редакцією Сиченко В.Г. – Дн-ськ: Вид-во ПФ «Стандарт-Сервіс», 2015. – 340 с. – ISBN 978-966-97463-9-9.
2. К вопросу о противокоррозионной защите опор контактной сети в зоне станции стыкования / В.А. Дьяков, В.Г. Сыченко, О.И. Гилевич [и др.] // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 5. – С. 26–27.
3. Защита рельсовых цепей в зоне стыкования систем электротяги / А.П. Разгонов, В.А. Дьяков, А.Ю. Журавлев [и др.] // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 9. – С. 19–22.
4. Патент на корисну модель №33376 Україна, МПК (2006) С01К 31/02. Пристрій захисту рейкових кіл ділянок тяги змінного струму від впливу зворотного постійного тягового струму / Разгонов А.П., Дьяков В.О., Гілевич О.І., Журавльов А.Ю.; заявник і власник Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту, 2008, 00081; заявл. 02.01.2008; опубл. 25.06.2008, Бюл. № 12.