



Н.В. ОЖИГАНОВ,
руководитель группы автобло-
кировки Дорожной электротех-
нической лаборатории Северо-
Кавказской дороги

СНИЖЕНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ДПР НА РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ

Одной из проблем усиления системы тягового электро-
снабжения переменного тока является высокое реактив-
ное сопротивление тяговой сети. Внутреннее реактивное
сопротивление проводников обусловлено материалом
провода, а внешнее имеет индуктивный характер и зави-
сит от расстояния между контактным проводом и обрат-
ным проводником – рельсовой сетью.

■ Для однопутного участка, напри-
мер, с рельсами марки Р50, контакт-
ной подвеской с медным несущим
тросом М-95 и контактным проводом
МФ-100 полное сопротивление одно-
го погонного километра тяговой сети
составляет 0,44 Ом/км, в том числе
активное – 0,15 Ом/км, реактивное –
0,41 Ом/км. В этих условиях усиле-
ние тяговой сети подвеской новых
усиливающих проводов, уменьша-
ющих ее активное сопротивление,
лишь незначительно снижает ре-
зльтирующее сопротивление тяго-
вой сети.

Снизить внешнее реактивное со-
противление тяговой сети можно
уменьшением расстояния между
проводниками прямого и обратного
тока. С этой целью на ряде элект-
рифицированных участков исполь-
зуется система с экранирующим и
усиливающим проводами (ЭУП).

Эффективность ЭУП возрастает,
если экран расположен на мини-
мально допустимом расстоянии
от проводников контактной сети.
Фактически экранирующий провод
располагается с противоположной
относительно железнодорожного
полотна стороны опор контактной
сети. При таком расположении эк-
рана электрическое и магнитное
влияние контактной сети на сосед-
ние линии электропередачи снижа-
ется незначительно, но по нему про-
текает часть обратного тягового
тока и уменьшается гальваничес-
кое влияние электротяги на рель-
совые цепи.

По условиям работы устройств
СЦБ допускается соединение эк-

ранирующего провода со средней
точкой дроссель-трансформаторов
(ДТ) каждого третьего блок-участ-
ка кодовых рельсовых цепей. В слу-
чае применения тональных рельсо-
вых цепей длина обходного пути для
сигнального тока должна быть не
менее 10 км. На межподстанцион-
ной зоне контактной сети экрани-
рующий провод необходимо зазем-
лять в нескольких местах.

Также выше провода ЭУП на
опорах контактной сети перемен-
ного тока расположены проводники
фаз «А» и «В» системы «два про-
вода – рельс» (ДПР) с рабочим на-
пряжением 27,5 кВ. В качестве
фазы «С» преимущественно ис-
пользуется рельсовая сеть, но для
КТП мощностью до 25 кВ·А допус-
кается применение металлически
не связанного с ней индивидуаль-
ного рабочего заземления с сопро-
тивлением току растекания до 5 Ом.
Такая норма сопротивления приня-
та по условию допустимого нап-
ряжения на металлических частях обо-
рудования, которые в аварийном
режиме могут оказаться под нап-
ряжением.

Заземление обмоток высокого
и низкого напряжения трехфазных
комплектных трансформаторных
подстанций (КТП) системы ДПР вы-
полняется на два различных, элект-
рически не связанных контура за-
земления. На тяговый рельс или
средний вывод дроссель-трансфор-
матора заземляется корпус КТП,
выравнивающий контур и фаза «С»
первичной обмотки. В любом слу-
чае для всех КТП, кроме однофаз-

ных подъемно-опускных (КТПО),
наличие выравнивающего контура
обязательно. При его отсутствии в
случае нарушения контакта или це-
лостности проводника к рельсовой
сети на корпусе КТП может по-
явиться напряжение в несколько
сотен вольт.

Поскольку ДПР – это система с
большими токами короткого замы-
кания на землю (более 500 А), ме-
таллическое присоединение нуля
низковольтной трехфазной сети к
заземлению высоковольтного обо-
рудования недопустимо. Для защит-
ного заземления нейтрали трехфаз-
ной сети 0,4 кВ необходимо
устройство выносного заземлите-
ля с величиной сопротивления рас-
теканию, не превышающей 4 Ом.
Прямая гальваническая связь меж-
ду нулевой точкой вторичной об-
мотки и корпусом КТП, заземлен-
ным на рельсовую сеть, отсутствует
– между ними устанавливается ис-
кровой промежуток с напряжением
пробоя 400–800 В.

У однофазных КТПО системы
ДПР низковольтный заземлитель
отсутствует, а один из проводов
сети 220 В присоединяется к кор-
пусу через искровой промежуток.
На среднюю точку путевых дрос-
сель-трансформаторов необходимо
заземлять трехфазные КТП и
КТПО, которые находятся на рас-
стоянии до 200 м от ДТ.

В аварийном режиме при недо-
пустимой перегрузке трансформа-
тора или нарушении изоляции вы-
соковольтной обмотки его
отключение от питающей сети дол-

жно обеспечиваться срабатыванием высоковольтных предохранителей. На КТП ДПР необходимо устанавливать токоограничивающие предохранители типа ПКТ, срабатывающие задолго до достижения амплитудного значения аварийного тока. Таким образом, электробезопасность и ограничение потенциала на корпусе КТП обеспечиваются, прежде всего, правильным выбором калиброванных предохранителей.

В случае применения предохранителей без токоограничивающих свойств в аварийном режиме на корпусе КТП может появиться недопустимо высокий потенциал. Возникает опасность его выноса в рельсовую, а при пробое искрового промежутка – и в низковольтную питающую сеть. Известно, что в точке замыкания сети с напряжением 27,5 кВ на рельс однопутного участка может возникнуть потенциал 3,5 кВ.

Схема заземления трехфазного КТП ДПР на дроссель-трансформаторных рельсовых цепях приведена на рис. 1. На нем приняты следующие обозначения: F – пробивной предохранитель; BK – выравнивающий контур; PE – низковольтное защитное заземление.

Сопротивление току растекания выравнивающих контуров не нормируется (п. 3.10.4 Инструкции ЦЭ-191). В то же время согласно табл. 2.1

этой же инструкции в соответствии с условиями работы рельсовых цепей сопротивление сигнальному току утечки через конструкцию, заземленную на рельсовую сеть посредством подключения к среднему выводу дроссель-трансформатора, должно составлять не менее 5 Ом.

Фактически в зависимости от погодных условий и состояния грунта сопротивление току растекания выравнивающих контуров КТП ДПР, подключенных к рельсовой сети, может изменяться в широких пределах и достигать значений, менее допустимых по условиям работы систем СЦБ. Так, на одном из однофазных КТП мощностью 10 кВ·А резервного питания переезда, расположенного вблизи тяговой подстанции, выравнивающий контур, подключенный к рельсу, периодически оказывался в зоне сильно увлажненного грунта и имел сопротивление растеканию значительно менее норм, определенных в табл. 2.1 Инструкции ЦЭ-191.

Фиксировались случаи протекания по заземляющему проводнику данного КТП обратного тягового тока величиной до 100 А. При этом возникает опасность появления асимметрии в рельсовых цепях, способной привести к сбоям в работе устройств СЦБ. В случае длительного протекания по заземляющему устройству тока значительной

величины происходит высыхание грунта, увеличение его сопротивления и возрастание потенциала между корпусом КТП и землей, что ухудшает условия электробезопасности.

В связи с наличием на некоторых фидерных зонах участка Котельниково – Тихорецкая Северо-Кавказской дороги экранирующего провода системы «ЭУП» в соответствии с запросом дороги и письмом ВНИИЖТа на базе КТП в 2005 г. был создан опытный полигон с изменением подключения фазы «С» к рельсовой сети. При этом были реализованы следующие мероприятия: выравнивающий контур КТП, выполненный из горизонтальных заземлителей, дополнили вертикальными электродами. Согласно расчету теперь его сопротивление не должно превышать 5 Ом;

отсоединили рабочее заземление комплектной трансформаторной подстанции от перегонной рельсовой сети однопутного участка с автоблокировкой АБТЦ-2000;

фазу «С» КТП подключили к экранирующему проводу системы ЭУП многожильным проводником сечением не менее 25 мм²;

в технологические карты по электробезопасности при работах на ЭУП опытного полигона внесли дополнительные требования по исключению разрыва цепи обратного тягового тока и рабочего тока КТП.

Следует подчеркнуть, что при любых работах на экранирующем проводе должна быть обеспечена его непрерывность и наличие контактов в точках подключения к рельсовой сети.

Заземляющее устройство КТП выполняет функции рабочего и защитного заземления, сопротивление току растекания которого не должно превышать 5 Ом. При таком значении в случае нарушения изоляции и попадания высокого потенциала на корпус КТП аварийный свертток достаточен для срабатывания токовых защит фидера ДПР на тяговой подстанции или отключения КТП от сети 27,5 кВ при сгорании плавких вставок его высоковольтных предохранителей.

Схема реконструкции заземления КТП приведена на рис. 2, где: 1 – конструкция КТП; 2 – разъединитель; 3 – существующий проводник от фазы КТП к проводу ДПР; 4 – выравнивающий контур КТП; 5 – дополнительные электроды заземления; 6 – рельсовая сеть; 7 – но-

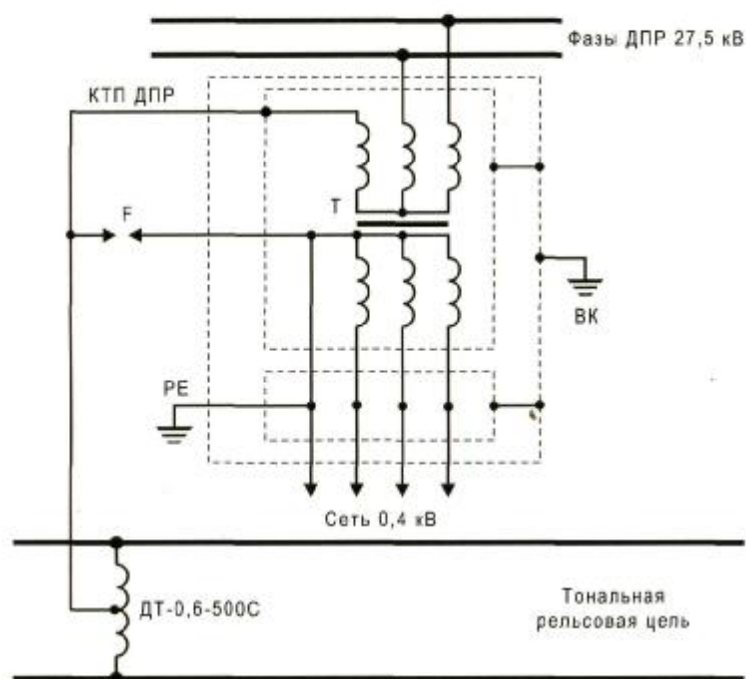


РИС. 1

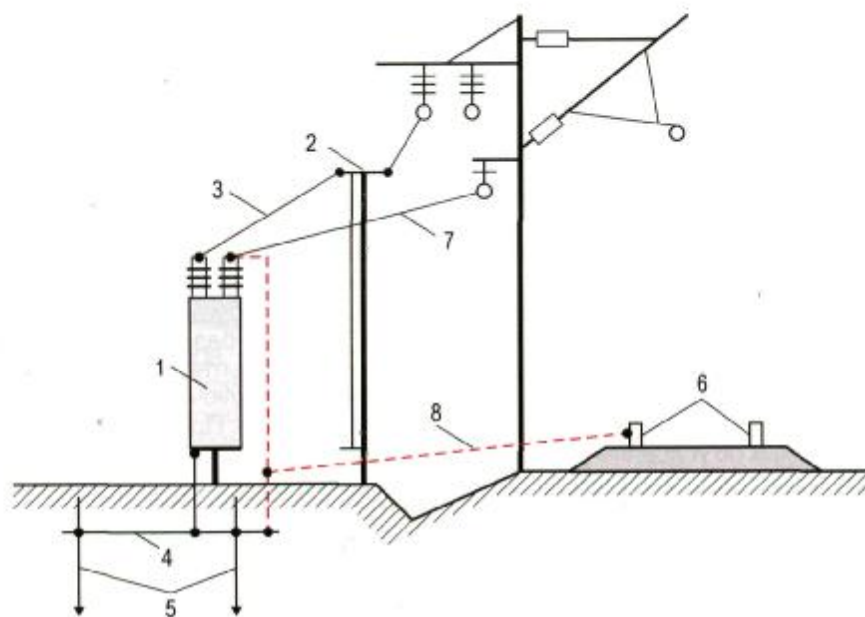


РИС. 2

вый проводник от ЭУП к фазе «С» КТП; 8 – проводники рабочего заземления от фазы «С» КТП к рельсам, подлежащие демонтажу.

Если отдельно стоящая опора с разъединителем КТП расположена в зоне «А» тяговой сети, ее оборудование заземляется на тяговый рельс.

В настоящее время на основании опыта эксплуатации установлено, что, во-первых, сопротивление реконструированного заземляющего устройства удовлетворяет нормам ЦЭ-191. Во-вторых, не зафиксированы случаи нарушения работы устройств СЦБ по причине гальванического влияния обратного тягового тока и рабочего тока КТП на данный блок-участке.

Новые типы КТП оснащаются трансформаторами типа ОМ или ОМП с двумя высоковольтными выводами, рассчитанными на напряжение 27,5 кВ. Для исключения протекания обратного тягового тока через заземляющее устройство КТП целесообразно второй вывод высоковольтной обмотки (фазу «С») соединять не с заземлителем, а металлически с проводом ЭУП.

В таком случае ликвидируется рабочее заземление КТП, а ток нагрузки протекает по экранирующему проводу. Модернизированное, выполненное из выравнивающего контура, заземляющее устройство КТП, не соединенное с рельсами, выполняет функцию защитного заземления. При этом, если КТП

(КТПО) расположено в зоне «А» тяговой сети, ограниченной расстоянием 5 м от проекции на землю крайнего провода с напряжением 27,5 кВ, то его корпус должен присоединяться к тяговому рельсу через искровой промежуток.

При разделении функций рабочего и защитного заземлений для трехфазных КТП любой мощности становится возможным выполнять собственное защитное заземление и вместо присоединения рабочих заземлений к рельсовой сети использовать экранирующий провод. Появляется возможность располагать проводники рабочих заземлений на опорах с проводами других фаз ДПР на любом расстоянии до КТП взамен прокладки протяженных проводников к дроссель-трансформаторам по земле, что позволяет избежать хищений провода фазы «С».

Проводники экранирующего провода по требованиям электробезопасности подлежат обслуживанию как рабочие заземления.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что использование экранирующего провода вместо рабочего заземления КТП позволит уменьшить гальваническое влияние системы ДПР на рельсовые цепи в нормальных и аварийных режимах нетягового электроснабжения. Кроме того, улучшатся условия электробезопасности, повысится сохранность проводников рабочих заземлений и расширятся функции уже имеющихся устройств ЭУП.