

Рациональная реконструкция постов секционирования контактной сети переменного тока на разъединителях

Л. А. ГЕРМАН¹, Е. А. ДОНСКОЙ², С. А. КАПУСТИН³

¹ Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» в Нижнем Новгороде (Филиал ФГБОУ ВО «СамГУПС» в Нижнем Новгороде), Нижний Новгород, 603011, Россия

² Зуевская дистанция электроснабжения Горьковской дирекции по энергообеспечению — структурного подразделения Трансэнерго — филиала ОАО «РЖД», Зуевка, 612440, Россия

³ Ижевская дистанция электроснабжения Горьковской дирекции по энергообеспечению — структурного подразделения Трансэнерго — филиала ОАО «РЖД», Ижевск, 426028, Россия

Аннотация. Эксплуатация постов секционирования контактной сети переменного тока на разъединителях на Горьковской железной дороге за период более чем в 60 лет показала их надежную работу, а обслуживание сводилось до минимума. Однако в связи с ростом тяжеловесного и скоростного движения на ряде участков потребовалась их реконструкция. В соответствии с действующими нормативными документами такая реконструкция предусматривает перевод работы постов секционирования с разъединителей на выключатели. В связи с надежной работой постов секционирования на разъединителях и простотой выполнения их обслуживания предлагается расширить варианты реконструкции постов секционирования на разъединителях и ввести в нормативные документы три варианта реконструкции. Первый вариант предусматривает реконструкцию поста секционирования с разъединителями путем его перевода на классическую схему с четырьмя выключателями, как указано в действующих нормативных документах. Второй вариант предусматривает оставить пост секционирования на разъединителях, но добавить устройство быстрого действия автоматического повторного включения на межподстанционной зоне при прохождении коротких замыканий. Третий вариант предусматривает реконструкцию поста секционирования на разъединителях с введением в шину поста вакуумного выключателя и устройства быстрого действия автоматического повторного включения и отключения разъединителя, в зоне которого произошло короткое замыкание. Рассмотрены схемы автоматических устройств для определения устойчивого (проходящего) короткого замыкания в тяговой сети и устройства определения места повреждения. Работа постов секционирования, реконструированных по указанным вариантам, проверена практически на действующих участках электроснабжения тяговой сети Горьковской железной дороги. Все они показали высокую надежность.

Ключевые слова: железные дороги; система электроснабжения переменного тока; пост секционирования на разъединителях; варианты реконструкции; автоматика; вакуумный выключатель в шине; схема с четырьмя выключателями

Введение. Для надежной защиты контактной сети и повышения технико-экономических характеристик системы тягового электроснабжения в ее состав включаются посты секционирования (ПС), оборудованные выключателями или разъединителями [1]. Так

называемая классическая схема ПС выполнена на выключателях (рис. 1, а). Электроснабжение поездов обеспечивает межподстанционная зона между тяговыми подстанциями ТП-А и ТП-В и постом секционирования ПС-АВ с четырьмя выключателями *QPA1*, *QPA2*, *QPB1*, *QPB2*. Основное ее преимущество заключается в том, что при коротких замыканиях (КЗ) в контактной сети отключается только «четвертушка» межподстанционной зоны двухпутного участка, т. е. отключаются один выключатель на тяговой подстанции (ТП) и один выключатель на ПС [2]. К сожалению, около 30 % всех отключений при КЗ на межподстанционной зоне, а точнее при КЗ вблизи подстанции и ПС, для соблюдения селективности работы защит происходят с выдержкой времени 0,4 с, что определяет повышенную вероятность перегрева проводов контактной сети с последующими негативными явлениями [3]. В этом существенный недостаток схемы ПС на выключателях.

Для исключения перегревов на Горьковской железной дороге и некоторых других дорогах с целью обеспечения нулевой выдержки времени отключения при всех КЗ на контактной сети, а также с целью упрощения схемы ПС перешли на ПС с управляемыми разъединителями (рис. 1, б), т. е. выключатели на ПС заменили управляемыми разъединителями *QSA1*, *QSA2*, *QSB1*, *QSB2*. Опыт работы ПС на разъединителях на Горьковской железной дороге за прошедшие более чем 60 лет показал надежность схемы питания и секционирования контактной сети переменного тока, затраты на обслуживание таких ПС сведены до минимума, за все годы не было зафиксировано случаев схода движения поездов и травматизма, что подтверждает их эксплуатационную привлекательность. Так же как и на ПС на выключателях, здесь обеспечено снижение потерь напряжения и мощности в тяговой сети и оперативность переключения при ремонтных работах на контактной сети.

Основной недостаток такой схемы: при КЗ в контактной сети отключается вся межподстанционная зона (т. е. все четыре «четвертушки» двухпутного участка) и затем действует автоматическое повторное включение (АПВ) выключателей ТП с выдержкой времени 5–7 с. В результате у электровозов с фазорасщепителем разбирается силовая схема с прекращением тягового режима.

Эксплуатационный персонал предложил немало технических решений по совершенствованию схемы ПС на разъединителях [4]. Однако, на наш взгляд, на ряде ПС на разъединителях требуется полная реконструкция с устранением их основного недостатка — отключение напряжения в аварийном режиме всей межподстанционной зоны. По правилам [5] реконструкция заключается в переводе ПС на разъединителях на ПС на выключателях. (В [5] ограничивается применение ПС на разъединителях и разрешается их проектирование только на железнодорожных линиях четвертой категории.)

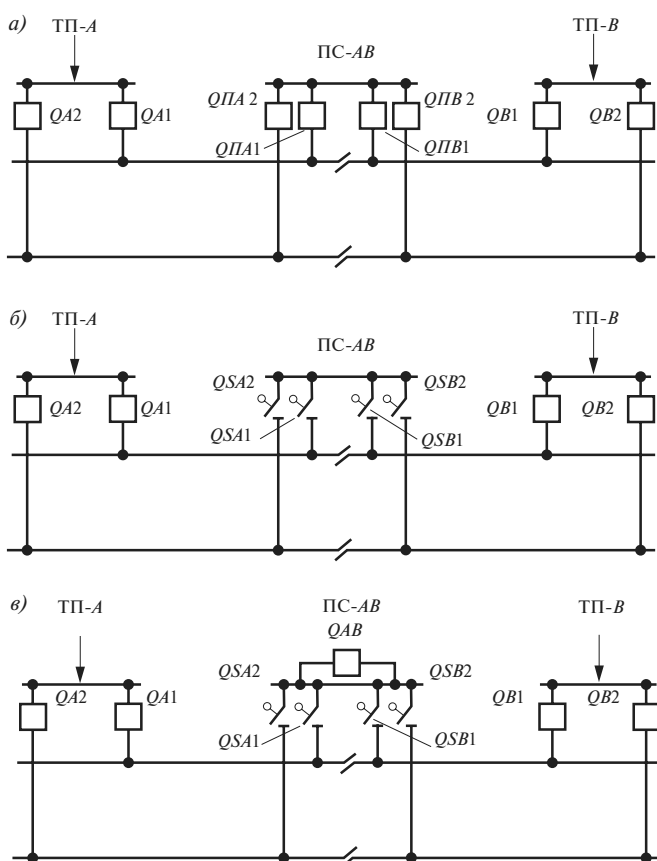


Рис. 1. Варианты ПС контактной сети:

а — на выключателях; б — с управляемыми разъединителями;
в — с управляемыми разъединителями и с одним выключателем
QAB в шине ПС

Fig. 1. Variants of sectioning posts (SP)
of the contact network:

а — on switches; б — with controlled disconnectors;
в — with controlled disconnectors and with one QAB switch
in the SP bus: ПС — sectioning post; ТП — traction substation

Однако, опираясь на громадный практический опыт работы тяговых сетей с ПС на разъединителях, считаем, что нужно расширить в [5] применение ПС на разъединителях, а именно использовать как классическую схему с четырьмя выключателями (рис. 1, а), так и предлагаемые схемы на управляемых разъединителях, включая схему с одним выключателем QAB в шине ПС на разъединителях (рис. 1, б и рис. 1, в). В предлагаемых схемах остаются свойства надежности ПС на разъединителях, но добавляются свойства быстродействующего отключения при КЗ одним выключателем (рис. 1, в) с формированием соответствующей автоматики ПС и быстродействующего АПВ (БАПВ) при проходящих КЗ для всех ПС.

При этом предлагается следующий путь решения проблемы совершенствования системы электроснабжения тяговой сети переменного тока с ПС на управляемых разъединителях.

Все межподстанционные зоны условно разделяем по величине уклонов профиля пути: участки с уклонами до 6‰ остаются работать с ПС на разъединителях, если нет требования реконструкции рассматриваемого ПС, но с дополнительным усовершенствованием системы электроснабжения; участки с уклонами более 6‰ реконструируются с введением в шину ПС вакуумного выключателя по аналогии с ПС на ст. Кизнер Горьковской железной дороги. Граница в 6‰ указана по следующим соображениям. После остановки на подъеме до 6‰ тяжеловесный состав может без дополнительной помощи продолжить движение, а при уклоне свыше 6‰ возобновить движение ему не удастся без дополнительной помощи «толкача». Вышеизложенное обосновано результатами многолетних наблюдений за движением тяжеловесных составов до 10–12 тыс. т с соответствующими мощными электровозами на Горьковской железной дороге. Конечно, значение границы в 6‰ предложено впервые, и поэтому оно, по всей видимости, будет уточняться в дальнейшем с расширением практики вождения тяжеловесных составов на других дорогах.

В связи с указанным предлагается следующий порядок совершенствования ПС на разъединителях.

1. На межподстанционных зонах железнодорожных линий всех категорий выполнить модернизацию системы АПВ питающих линий контактной сети ТП с введением устройства контроля АПВ (КЗ) проходящего (устойчивого) КЗ в тяговой сети.

Устройство АПВ (КЗ) разработано на Горьковской железной дороге и включает выключатель только при определении в отключенной контактной сети проходящего КЗ (которое по каким-то причинам исчезло). При устойчивом КЗ выключатель не включается. Такое устройство уже много лет работает на участках систем 25 и 2×25 кВ Горьковской железной дороги и доказало свою эффективность.

На участке с ПС на разъединителях устройство АПВ (КЗ) устанавливается на выключателях питающих линий контактной сети ТП. На участках с ПС на выключателях устройство АПВ (КЗ) устанавливается на выключателях ПС. На участках с ПС на разъединителях и вакуумном выключателе в шине поста устройство АПВ (КЗ) устанавливается на вакуумном выключателе.

2. Добавить в [5] разрешение проектировать ПС переменного тока на железнодорожных линиях всех категорий как на выключателях, так и на разъединителях по предлагаемой схеме с одним выключателем в шине поста (рис. 1, в) и с автоматикой отключения одного управляемого разъединителя, в зоне которого произошло КЗ. При этом ПС на выключателях выполняются на межподстанционных зонах с уклонами выше 6‰, а на зонах с меньшими уклонами включаются ПС на разъединителях с вакуумным выключателем в шине ПС.

3. Оборудовать все ПС (на выключателях и на управляемых разъединителях) устройствами АПВ выключателя с контролем проходящего (устойчивого) КЗ АПВ (КЗ), как указано в п. 1, а также устройствами определения места повреждения (ОМП) контактной сети.

Реконструкция системы электроснабжения тяговой сети с ПС на разъединителях. На основании многолетних разработок, испытаний и внедрения на Горьковской железной дороге усовершенствованной системы АПВ выключателей питающих линий контактной сети с контролем проходящего (устойчивого) КЗ в отключенной контактной сети [1] и с учетом [6], где указан сертификат на применение терминала в системе тягового электроснабжения, предлагается на всех выключателях ПС переменного тока ввести усовершенствованную систему АПВ. Важно отметить, что в этом случае используются уже установленные трансформаторы напряжения. Кроме того, на межподстанционных зонах с существующими ПС на разъединителях без выключателей также целесообразно введение АПВ на выключателях ТП, что и практикуется в системе тягового электроснабжения на Горьковской железной дороге.

Указанная система АПВ основана на измерении остаточного напряжения, генерируемого фазорасщепителем электровоза, а также на измерении наведенного напряжения от напряжения (тока) контактной сети смежного пути и (или) линии «два провода—рельс» (линия ДПР). Эти два способа имеют принципиальные различия, а именно: при контроле остаточного напряжения возможно выполнить БАПВ выключателя за время до 0,5 с, обеспечив тем самым надежную работу электровоза в тяговом режиме без «разбора» его силовой схемы. При контроле наведенного напряжения, к сожале-

нию, нельзя реализовать БАПВ, так как сведения о наведенном напряжении можно получить только через 1,5–2,5 с. Следует иметь в виду, что по второму способу после контроля наведенного напряжения возможно осуществить АПВ с выдержкой времени не меньше 3–4 с.

Итак, для дальнейшего совершенствования межподстанционных зон с ПС на разъединителях предлагается выполнить модернизацию автоматики АПВ питающих линий тяговой сети путем введения апробированного на многих межподстанционных зонах Горьковской железной дороги [1, 4] варианта определения устойчивого или проходящего КЗ на отключенной контактной сети. Существующие микропроцессорные терминалы обеспечены блоками определения проходящего (устойчивого) КЗ [6]. Система питания тяговой сети строится следующим образом. При аварийном отключении выключателя в шине ПС и при проходящем КЗ он повторно включается через 0,5–0,7 с. Если КЗ устойчивое, то в бестоковую паузу отключается тот разъединитель, в зоне которого произошло КЗ.

При подключении системы АПВ выключателя на подстанции на одном выключателе межподстанционной зоны устанавливается трансформатор напряжения ТН-27,5 кВ. При аварийном отключении выключателей межподстанционной зоны с помощью ТН-27,5 кВ и микропроцессорного терминала определяется вид КЗ. Если КЗ проходящее, то сразу же через 0,5 с включается выключатель, на котором установлен ТН-27,5 кВ, ПС не успевает «разобраться» и питание тяговой сети восстанавливается. Указанный способ восстановления напряжения эффективен, так как обычно число проходящих КЗ составляет не меньше 90 % от всех КЗ на контролируемой зоне. Указанная модернизация эффективна для всех схем питания тяговой сети всех категорий железнодорожных линий.

Реконструкция ПС на разъединителях с введением вакуумного выключателя в шину поста. С введением одного выключателя на ПС на разъединителях стало возможным осуществлять различные схемы и алгоритмы защит, в том числе неселективные, частично селективные и селективные [1, 3, 4, 6]. Далее рассмотрим вариант ПС (рис. 1, в) с автоматикой, позволяющей отделить защитой ПС с нулевой выдержкой времени поврежденную зону.

Защита вакуумного выключателя ПС с нулевой выдержкой времени. На микропроцессорном терминале вакуумного выключателя ПС устанавливается блок контроля проходящего (устойчивого) КЗ, с включением которого после аварийного отключения выключателя ПС при проходящих КЗ восстанавливается нормальная схема питания. В этом случае перерыв питания контактной сети не превышает 0,6–0,7 с и не

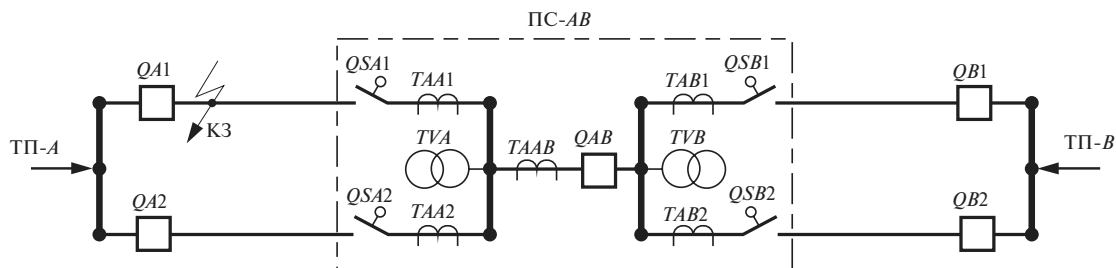


Рис. 2. Схема питания участка контактной сети с ПС на разъединителях с трансформаторами тока и вакуумным выключателем в шине ПС:

$QSA1, QSA2, QSB1, QSB2$ — выключатели питающих линий контактной сети ПС; TA — трансформатор тока; TV — трансформатор напряжения; QAB — вакуумный выключатель в шине ПС

Fig. 2. Power circuit of the catenary section with substation on disconnector with current transformers and vacuum switch in the SP bus:

$QSA1, QSA2, QSB1, QSB2$ — switches of the supply lines of the substation contact network; TA — current transformer; TV — voltage transformer; QAB — vacuum circuit breaker in the SP bus

отражается на нормальной работе электроподвижного состава (например, электропоездов ВЛ80).

При устойчивом КЗ в контактной сети без выдержки времени отключается вакуумный выключатель в шине поста, разделив межподстанционную зону на две части. В полузоне, где произошло КЗ, отключаются выключатели подстанции. Далее на ПС в бестоковую паузу отключаются два управляемых разъединителя, по штатному АПВ включаются выключатели ТП и повторно отключается тот выключатель, в зоне которого есть устойчивое КЗ. Энергодиспетчер по сложившейся ситуации при необходимости включает соответствующий управляемый разъединитель ПС.

Как видно, в процессе реализации указанного алгоритма отключаются два управляемых разъединителя: один — питающий поврежденный участок с КЗ, второй — питающий неповрежденный участок. Однако можно предложить другой алгоритм управления ПС, когда в аварийной ситуации автоматически отключается только один разъединитель, в зоне которого произошло КЗ.

Выделение «четвертушки» участка с КЗ при ПС на разъединителях с вакуумным выключателем. В этом случае необходимо дополнительно установить трансформаторы тока на каждый управляемый разъединитель (рис. 2). Указанная автоматика реализована на ПС-AB ст. Кизнер Горьковской железной дороги, где она введена в работу для управления вакуумным выключателем в терминале TOP 300 компании ООО «Релематика».

Расстановка защит на межподстанционной зоне выполнена по нормативам [7] для условий селективной защиты. При КЗ в тяговой сети работает, например, первая ступень дистанционной защиты на ТП с отключением соответствующего выключателя. Затем от второй ступени дистанционной защиты отклю-

чается вакуумный выключатель ПС и одновременно определяется разъединитель, в зоне которого произошло КЗ [8]. При любом КЗ в тяговой сети последовательность работы защит примерно аналогичная (о работе защит в этой схеме подробно изложено в [1]). Таким образом, рассмотренный алгоритм обеспечивает, во-первых, селективную защиту межподстанционной зоны с ПС на разъединителях и вакуумном выключателе и, во-вторых, точное определение управляемого разъединителя, который необходимо отключить в бестоковую паузу. При проходящих КЗ в связи с наличием устройства контроля проходящих КЗ напряжение быстро восстанавливается, и электроподвижной состав практически не ощущает происшедший провал напряжения.

Главный вывод рассмотренного материала: ПС на разъединителях и с вакуумным выключателем в шине ПС позволяет при устойчивом КЗ отключать «четвертушку» зоны так, как и при ПС с четырьмя выключателями. Кроме того, указанный ПС легко оборудуется устройством контроля проходящих КЗ, так как на нем уже установлены трансформаторы напряжения и в него вводится эффективный вариант ОМП.

Таким образом, ПС на разъединителях выполняет все функции, что и ПС на выключателях. Вместе с тем предлагаемый ПС на разъединителях и с вакуумным выключателем проще по выполнению и обслуживанию и надежнее. В этой связи дальнейшая реконструкция существующих ПС на разъединителях по данной схеме представляется весьма рациональной не только на Горьковской железной дороге, но и на других дорогах железнодорожной сети.

На Горьковской железной дороге уже три ПС работают после их реконструкции с введением вакуумного выключателя в шину ПС. В частности, это реконструируемый ПС на ст. Кизнер (рис. 3). У каждого управ-

ляемого разъединителя смонтирован трансформатор тока, а вакуумный выключатель установлен в камере. Трансформатор тока в цепи выключателя обеспечивает защиту тяговой сети межподстанционной зоны. Установленная камера для вакуумного выключателя использует отечественное электротехническое оборудование [9].

Рассмотрим надежность электроснабжения участков с ПС на разъединителях с выключателем в шине ПС. Указанный ПС при устойчивом КЗ обеспечивает за время АПВ (5–7 с) отключение того разъединителя, в зоне которого произошло КЗ. Это означает, что в послеаварийном состоянии электроснабжения при ПС и на выключателях, и на разъединителях будет отключена только одна «четвертушка». Более того, на ПС на разъединителях с выключателем в шине установлено устройство АПВ (КЗ) с контролем проходящих КЗ, что обеспечивает при проходящих КЗ (которых более 90 %) автоматическое восстановление нормальной схемы питания. Поэтому надежность электроснабжения в случае применения ПС на разъединителях с выключателем в шине выше, чем при существующих ПС на выключателях.

Введение на ПС устройства ОМП. Совершенно ясно, что устройство ОМП при аварийном отключении ПС снижает время ликвидации повреждения. Предлагается ПС с вакуумными выключателями в шине оснастить устройствами ОМП для определения места повреждения на контактной сети. ОМП вводится в блок автоматики вакуумного выключателя ПС. По сравнению с известным ОМП на ТП [3] предлагаемый вариант имеет ряд преимуществ. Прежде всего, вблизи ПС не изменяется переходное сопротивление рельс—земля, как это происходит у ТП. Зона контроля КЗ уменьшается более чем в два раза и при КЗ просадки напряжения у ПС значительно большие, чем у подстанции, следовательно, существует большая вероятность отключения нагрузки электровазозов при КЗ, что повысит точность измерений ОМП. Кроме того, точность измерений ОМП повышается, так как токи КЗ у ПС меньше, чем у подстанций.

В [10] разработана новая схема ОМП, алгоритм которой использует кроме тягового тока основного выключателя, в зоне которого произошло КЗ, ток смежного выключателя контактной сети. В результате алгоритм построен так, что измерения ОМП выполняются независимо от значения переходного сопротивления в месте КЗ, а значит, снижается погрешность ОМП, так как оно не зависит от указанного сопротивления. И наконец, что важно, точность ОМП не зависит от разности напряжений питающих подстанций. Это свидетельствует о целесообразности введения ОМП прежде всего на ПС.



Рис. 3. Реконструированный ПС на разъединителях на ст. Кизнер (Горьковская железная дорога)

Fig. 3. Reconstructed SP at disconnectors at Kizner station (Gorkovskaya railway)

Выводы. 1. ПС тяговой сети переменного тока на разъединителях за многолетний период эксплуатации (более чем 60 лет) на Горьковской железной дороге показали надежную и эффективную работу. Однако с ростом тяжеловесного и скоростного движения требуется их реконструкция.

2. На Горьковской железной дороге известен положительный опыт работы ПС на разъединителях с вакуумным выключателем в шине. Использование таких ПС обеспечивает не только надежность работы, но и быстрое отключение при токах КЗ.

3. На межподстанционных зонах железнодорожных линий всех категорий следует выполнить модернизацию АПВ питающих линий контактной сети ТП с введением устройства контроля проходящего (устойчивого) КЗ в тяговой сети.

4. ПС на разъединителях и с вакуумным выключателем в шине позволяет при устойчивом КЗ отключать «четвертушку» зоны, т. е. так же, как и при ПС с четырьмя выключателями. Таким образом, ПС на разъединителях с вакуумным выключателем выполняет все функции, что и классический ПС с четырьмя выключателями, а кроме того, он прост в обслуживании и имеет высокую надежность.

5. Предлагается добавить в свод правил «Тяговое электроснабжение железной дороги» разрешение проектировать ПС переменного тока на железнодорожных линиях всех категорий как на выключателях, так и на разъединителях по предлагаемой схеме с одним выключателем в шине ПС и автоматикой отключения одного управляемого разъединителя, в зоне которого произошло КЗ. При этом ПС на выключателях выполняются на межподстанционных зонах с уклонами выше 6‰, а на зонах с

уклонами меньше 6‰ включаются ПС на разъединителях с вакуумным выключателем в шине.

6. Указанный ПС на разъединителях с вакуумным выключателем в шине легко оборудуется устройством контроля проходящих КЗ, так как на нем уже установлены трансформаторы напряжения, и в него вводится эффективный вариант ОМП, разработанный по патенту [10]. Принципиально важно, что точность ОМП на ПС превосходит точность ОМП на ТП.

7. В случае если для рассматриваемого ПС на разъединителях на предусмотрена реконструкция, то для этой межподстанционной зоны необходимо введение автоматизации электроснабжения с контролем проходящего (устойчивого) КЗ АПВ(КЗ) и соответствующего АПВ выключателей питающих линий контактной сети на ТП. Если для ПС предусмотрена реконструкция, то они выполняются или на выключателях, или на разъединителях с выключателем в шине при уклонах до 6‰.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герман Л. А., Субханвердиев К. С., Герман В. Л. Автоматизация электроснабжения тяговой сети переменного тока: учеб. пособие. Н. Новгород: филиал СамГУПС, 2020. 234 с.
2. Марквардт К. Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1982. 528 с.
3. Фигурнов Е. П. Релейная защита. Ч. 2. М.: ГОУ «УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. 604 с.
4. Автоматизация электроснабжения тяговой сети с постом секционирования на разъединителях / Л. А. Герман [и др.] // Электроника и электрооборудование транспорта. 2020. № 5. С. 2–9.
5. Тяговое электроснабжение железной дороги: свод правил: СП224.1326000.2014 [Электронный ресурс]: утв. приказом Минтранса России от 2 декабря 2014 г. № 330. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200120202> (дата обращения 13.06.2021 г.).

6. Терминал интеллектуальный присоединений 27,5 кВ ИнТер-27,5-ФКС: руководство по эксплуатации: АВО93-00-000-00 01 РЭ / НИИЭФА-ЭНЕРГО. СПб.: Рекламное бюро «ДИО», 2013. 21 с.

7. СТО РЖД 07.021.5–2018. Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Ч. 1–5. М.: Техинформ, 2019. 304 с.

8. Устройство автоматизации поста секционирования контактной сети переменного тока на разъединителях: пат. 2725823 Рос. Федерация: МПК G01R 31/08, H02H 3/16 / Л. А. Герман [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ). № 2019121349; заявл. 08.07.2019; опубл. 06.07.2020, Бюл. № 19.

9. Силовое оборудование тяговых подстанций железных дорог: сб. справочных материалов / ОАО «РЖД», филиал ПКБ по электрификации железных дорог. М.: ТРАНСИЗДАТ, 2004. 384 с.

10. Способ определения удаленности короткого замыкания в контактной сети переменного тока многопутного участка (варианты): пат. 2747112 Рос. Федерация: МПК B60M1/00 G01R31/08 / Л. А. Герман [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ). № 2020134887; заявл. 23.10.2020; опубл. 27.04.2021, Бюл. № 12.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ГЕРМАН Леонид Абрамович,

д-р техн. наук, профессор, филиал ФГБОУ ВО «СамГУПС» в Нижнем Новгороде

ДОНСКОЙ Евгений Александрович,

начальник Зуевской дистанции электроснабжения Горьковской дирекции по энергообеспечению — структурного подразделения Трансэнерго — филиала ОАО «РЖД»

КАПУСТИН Сергей Александрович,

начальник Ижевской дистанции электроснабжения Горьковской дирекции по энергообеспечению — структурного подразделения Трансэнерго — филиала ОАО «РЖД»

Статья поступила в редакцию 11.07.2021 г., принята к публикации 04.09.2021 г.

Для цитирования: Герман Л. А., Донской Е. А., Капустин С. А. Рациональная реконструкция постов секционирования контактной сети переменного тока на разъединителях // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2021. Т. 80. № 5. С. 269–275. DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-5-269-275>.

Rational reconstruction of sectioning posts of AC catenary at disconnectors

L. A. GERMAN¹, E. A. DONSKOY², S. A. KAPUSTIN³

¹Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Samara State University of Railways” in Nizhny Novgorod (Branch of FGBOU VO “SamGUPS” in Nizhny Novgorod), Nizhny Novgorod, 603011, Russia

²Zuevskaya power supply division of the Gorkovskaya Directorate for Power Supply — structural subdivision of Transenergo — branch of the JSC “RZD”, Zuevka, 612440, Russia

³Izhevsk power supply division of the Gorkovskaya Directorate for Power Supply — structural subdivision of Transenergo — branch of the JSC “RZD”, Izhevsk, 426028, Russia

Abstract. Operation of sectioning posts of the AC catenary at the disconnectors on the Gorkovskaya railway for a period of more than 60 years has shown its reliable operation, and the maintenance was reduced to a minimum. However, due to the growth of heavy haul and high-speed traffic on a number of sections, their reconstruction was required. In accordance with the current regu-

latory documents, such a reconstruction provides for the transfer of the operation of sectioning posts from disconnectors to circuit breakers. In connection with the reliable operation of the sectioning posts on disconnectors and the simplicity of their maintenance, it is proposed to expand the options for the reconstruction of the sectioning posts on the disconnectors and to introduce three recon-

struction options into the regulatory documents. The first option provides for the reconstruction of the sectioning post with disconnectors by transferring it to the classic scheme with four switches, as indicated in the current regulatory documents. The second option provides for leaving the sectioning post at the disconnectors, but adding a fast-acting automatic reclosing device in the inter-substation zone in case of passing short circuits. The third option provides for the reconstruction of the sectioning post on disconnectors with the introduction of a vacuum circuit breaker into the bus of the post and a device for high-speed automatic reclosing and opening of the disconnector, in the zone of which a short circuit has occurred. The schemes of automatic devices for determining a stable (passing) short circuit in a traction network and a device for determining the location of damage are considered. The operation of the sectioning posts, reconstructed according to the indicated options, has been tested practically at the existing sections of the power supply of the traction network of the Gorkovskaya railway. All of them have shown high reliability.

Keywords: railways; AC power supply system; sectioning post at disconnectors; reconstruction options; automation; vacuum circuit breaker in the bus; circuit with four switches

DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-5-269-275>

REFERENCES

1. German L. A., Subkhanverdiev K. S., German V. L. *Avtomatizatsiya elektrosnabzheniya tyagovoy seti peremennogo toka. Ucheb. posobie* [Automation of power supply of AC traction network. Textbook]. Nizhny Novgorod, branch of SamGUPS Publ., 2020, 234 p.
2. Markvardt K. G. *Elektrosnabzhenie elektrifitsirovannykh zheleznykh dorog* [Power supply of electrified railways]. Moscow, Transport Publ., 1982, 528 p.
3. Figurnov E. P. *Releynaya zashchita. Ch. 2* [Relay protection. Part 2]. Moscow, GOU "UMTs po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte" [GOU "Training Center for Education in Railway Transport"], 2009, 604 p.
4. German L. A., Subkhanverdiev K. S., Yakunin D. V., Zhevla-kov D. A., Karpov I. P. *Avtomatizatsiya elektrosnabzheniya tyagovoy seti s postom sektionirovaniya na raz"edinitelyakh* [Automation of power supply of a traction network with a sectioning post on disconnectors]. *Elektronika i elektrooborudovanie transporta*, 2020, no. 5, pp. 2–9.
5. *Traction power supply of the railway: set of rules: SP224.1326000.2014*. Approved by order of the Ministry of Trans-

port of Russia dated December 2, 2014 No. 330. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200120202> (retrieved on 13.06.2021) (in Russ.).

6. *Intelligent connection terminal 27.5 kV Inter-27.5-FKS: operation manual: AVO93-00-000-00 01 RE*. St. Petersburg, Advertising Bureau "DIO", 2013. 21 p. (in Russ.).

7. STO RZD 07.021.5–2018. *Protection of railway power supply systems from short circuits and overload. Part 1-5*. Moscow, Tekhninform Publ., 2019, 304 p. (in Russ.).

8. Subkhanverdiev K. S., German L. A., Vyazov E. V., Zhevla-kov D. A. *Ustroystvo avtomatizatsii posta sektionirovaniya kontaktной seti peremennogo toka na raz"edinitelyakh* [Automation device for sectioning station of AC catenary at disconnectors]. Pat. No. 2725823 Ros. Federatsiya; opubl. 06.07.2020, Byul. No. 19 [Utility Patent No. 2725823 Russian Federation; publ. 06.07.2020, Bull. No. 19] (in Russ.).

9. *Silovoe oborudovanie tyagovykh podstantsiy zheleznykh dorog. Sb. spravochnykh materialov* [Power equipment of traction substations of railways. Coll. of reference materials]. OAO "RZhD", filial PKB po elektrifikatsii zheleznykh dorog [JSC "RZD", branch of the PKB for electrification of railways]. Moscow, TRANSIZDAT Publ., 2004, 384 p.

10. German L. A., Subkhanverdiev K. S., Popov A. Yu., Petrov I. P., Vyazov E. V., Figurnov E. P. *Sposob opredeleniya udalennosti korotkogo замыкания в контактной сети переменного тока многоручного участка (варианты)* [Method for determining the distance of a short circuit in AC contact network of a multi-track section (options)]. Pat. No. 2747112 Ros. Federatsiya; opubl. 27.04.2021, Byul. No. 12 [Utility Patent No. 2747112 Russian Federation; publ. 27.04.2021, Bull. No. 12] (in Russ.).

ABOUT THE AUTHORS

Leonid A. GERMAN,

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Branch of the FGBOU VO "SamGUPS" in Nizhny Novgorod

Evgeniy A. DONSKOY,

Head of the Zuevskaya power supply division of the Gorkovskaya Directorate for Power Supply — structural subdivision of Transenergo — branch of the JSC "RZD"

Sergey A. KAPUSTIN,

Head of the Izhevsk power supply division of the Gorkovskaya Directorate for Power Supply — structural subdivision of Transenergo — branch of the JSC "RZD"

Received 11.07.2021

Accepted 04.09.2021

■ E-mail: lagerman@mail.ru (L. A. German)

For citation: German L. A., Donskoy E. A., Kapustin S. A. Rational reconstruction of sectioning posts of AC catenary at disconnectors // VNIIZHT Scientific Journal. 2021. 80 (5): 269–275 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-5-269-275>.

ВЫШЛИ В СВЕТ ТРУДЫ ВНИИЖТ

Экспериментальная оценка взаимодействия экипажа и пути при скоростном и высокоскоростном движении: коллективная монография / под ред. А. М. Бржезовского. — М.: РАС, 2019. — 152 с.

В монографии приведен обзор особенностей конструкции экипажной части скоростного и высокоскоростного пассажирского подвижного состава железных дорог шириной колеи 1520 мм. Обобщены результаты комплексных ходовых и по воздействию на путь и на стрелочные переводы испытаний различных типов пассажирского подвижного состава, проведенные с целью определе-

ния условий обращения на линиях смешанного пассажирского и грузового движения.

Книга рассчитана на научных и инженерно-технических работников железнодорожного транспорта, а также может быть полезна преподавателям и студентам транспортных вузов.

По вопросам приобретения книги обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, научно-издательский отдел АО «ВНИИЖТ».

Тел.: (499) 260-43-20, e-mail: journal@vniizht.ru, www.vniizht.ru.