

5 Цвик, Л. Б. Компьютерные технологии и моделирование полей напряжений и деформаций : учеб. пособие / Л. Б. Цвик. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2005. – 132 с.

6 Инструкция по неразрушающему магнитопорошковому контролю деталей локомотивов и моторвагонного подвижного состава Белорусской железной дороги. – Минск : Белорусская железная дорога, 2004. – 98 с.

7 Герасимов, В. Г. Неразрушающий контроль : практ. пособие. В 5 кн. Кн. 3. Электромагнитный контроль / В. Г. Герасимов, А. Д. Покровский, В. В. Сухоруков ; под ред. В. В. Сухорукова. – М. : Высш. шк., 1992. – 312 с.

УДК 621.311:625.42

ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НАКОПИТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

О. С. АНАНЬЕВА, В. А. ЗАГОРЦЕВ, В. Н. ПОДОЛЬСКАЯ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Накопители электрической энергии (НЭЭ) на сегодняшний день являются быстро развивающимся классом высокотехнологических устройств, область применения которых расширяется с каждым годом, и тем самым открываются новые возможности их использования в электроэнергетическом комплексе. Системы накопления электроэнергии (СНЭ) представляют собой принципиально новые элементы в системах передачи и распределения электроэнергии, основная задача которых заключается в компенсации пиков мощности, снижении потерь электроэнергии, регулировании частоты и напряжения электрической сети в режиме реального времени, обеспечении требуемого качества электроэнергии и режимов бесперебойного питания в случае возникновения внештатных ситуаций.

В области систем тягового электроснабжения (СТЭ) применение СНЭ является одним из весьма перспективных направлений, так как режимы работы СТЭ характеризуются крайне неравномерной нагрузкой, определяемой случайным количеством и типом электроподвижного состава, работающего на электрифицированных участках железных дорог.

Режимы работы электроподвижного состава (тяги или электрического рекуперативного торможения) непосредственно влияют на СТЭ: уровень напряжения в контактной сети при большой нагрузке плеч питания тяговых подстанций может значительно отличаться от номинального и влиять на скорость движения ЭПС и, как следствие, на пропускную способность; величина потерь электрической энергии в тяговой сети, зависит кроме всего прочего от величины токов в ее элементах и длины пути его протекания. Как известно, применение рекуперации, хоть и дает положительный эффект в виде снижения расхода электрической энергии на тягу поездов, тем не менее увеличивает величину потерь энергии в контактной сети за счет протекания токов от рекуперирующего ЭПС к ее потребителям в границах тяговой сети или в системе внешнего энергоснабжения; качество электрической энергии в точках общего присоединения тяговых подстанций к системам внешнего энергоснабжения, в частности коэффициент несимметрии токов и напряжений, при определенной комбинации режимов тяги и рекуперации на плечах питания тяговой подстанции может выходить за предельно допустимые значения, что отрицательно сказывается на остальных потребителях и др.

Применение НЭЭ в рассматриваемых системах направлено на повышение надежности их работы и улучшение энергетических показателей. При этом в зависимости от конкретного случая возможны следующие варианты применения НЭЭ: непосредственно на самом электроподвижном составе, на тяговых подстанциях (ТП), на выводах питающих линий, на постах секционирования, на промежуточных станциях, а также на перегонах между ТП. Применение СНЭ стационарного исполнения позволяет сгладить пиковые значения потребляемой мощности, стабилизировать напряжение на шинах подстанции, а также снизить расход электрической энергии. Следует отметить, что СНЭ стационарного исполнения, установленные, например, на перегонах и промежуточных станциях, могут выполнять функции ТП – питание тяговых нагрузок и потребление энергии рекуперации, при отсутствии на фидерной зоне электроподвижного состава, работающего в режиме тяги.

В рамках проводимой научно-исследовательской работы на кафедре «Локомотивы» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» было разработано устройство ТП постоянного тока с НЭЭ. Главная задача предлагаемого устройства заключается в устранении неравномерности потребления электроэнергии по времени и уменьшении ее потерь, а также повышении надежности работы СТЭ в целом. Основные элементы ТП постоянного тока с НЭЭ представлены на рисунке 1, где 1 – преобразовательный трансформатор, 2 – выпрямительно-

инверторный агрегат, 3 – контактный рельс, 4 – обратная рельсовая цепь, 5 – главный контактор, 6 – зарядный контактор, 7 – вспомогательный контактор, 8 – шунтирующий контактор, 9 – ограничитель зарядного тока, 10 – датчик контроля, 11 – система управления, 12 – первый блок накопителя энергии, 13 – второй блок накопителя энергии.

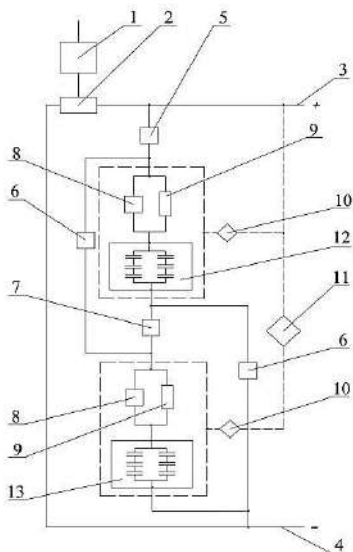


Рисунок 1 – ТП постоянного тока с НЭЭ

Работа предложенной ТП с НЭЭ заключается в следующем: при первоначальной подаче напряжения зарядный ток через преобразовательный трансформатор 1 и выпрямительно-инверторный агрегат 2 поступает на первый блок 12 и второй блок 13 накопителя энергии через ограничители зарядного тока 9, при этом первый блок 12 и второй блок 13 накопителя энергии включаются на напряжение контактной сети (зарядается отдельно), для этого замыкаются главный контактор 5 и зарядные контакторы 6. При достижении на первом блоке 12 и втором блоке 13 накопителя энергии напряжения $U_{61} = U_{62} = 0,8 \cdot 0,6U_n = 0,48U_n$ система управления 11 замыкает шунтирующие контакторы 8 первого блока 12 и второго блока 13 накопителя энергии, и дозаряд первого блока 12 и второго блока 13 накопителя энергии осуществляется через них. При достижении на первом блоке 12 и втором блоке 13 накопителя энергии напряжения $U_{61} = U_{62} = 0,6U_n$ система управления 11 размыкает главный контактор 5 и зарядные контакторы 6, а затем замыкает вспомогательный контактор 7, при этом первый блок 12 и второй блок 13 накопителя энергии соединяются последовательно. В результате суммарное напряжение установки составит $U_c = 1,2U_n$. Уровень напряжения на накопителе энергии контролируется при помощи датчиков 10, установленных на первом блоке 12 и втором блоке 13 накопителя энергии.

После заряда первого блока 12 и второго блока 13 накопителя энергии и соединения их последовательно установка подготовлена к работе и находится в режиме ожидания. Система управления 11 определяет наличие ЭПС, работающего в режиме тяги, вблизи тяговой подстанции и при помощи главного контактора 5 подключает первый блок 12 и второй блок 13 накопителя энергии к тяговой сети параллельно контактному рельсу 3 и обратной рельсовой цепи 4. Когда в процессе разряда суммарное напряжение на выходе накопителя энергии окажется меньше, чем напряжение в контактной сети, установка будет переведена в режим дозаряда. При этом вспомогательный контактор 7 размыкается, накопитель энергии окажется подключенным параллельно (на полное напряжение тяговой сети) и процесс заряда будет осуществляться по алгоритму, описанному выше.

Принципиальным отличием предлагаемой ТП постоянного тока с НЭЭ является возможность поддержания высокого уровня напряжения в контактной сети при больших тяговых нагрузках за счет последовательного соединения первого и второго блоков с результирующим напряжением $U_c = 1,2U_n$, что позволит повысить пропускную способность системы тягового электроснабжения, снизить расход электрической энергии, стабилизировать графики нагрузки в тяговой сети, повысить надежность электроснабжения и увеличить срок службы оборудования тяговых подстанций и системы тягового электроснабжения, при этом заряд накопителя энергии от тяговой подстанции будет осуществляться в моменты «простаивания» или низких нагрузок на тяговую сеть, а также при рекуперации на ЭПС.

УДК 629.4.023.14

УСИЛЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ОБВЯЗКИ ПОЛУВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

П. М. АФАНАСЬКОВ, Е. Н. КОНОВАЛОВ, В. В. БЕЛОГУБ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

О. NIKOLAEV
AS Valga Depoo, Valga, Estonia

Сотрудниками отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Технические и технологические оценки ресурса единиц подвижного состава» (далее – ОНИЛ «ТТОРЕПС») было проведено