

ния на максимально экономически эффективном уровне и уменьшение потерь электроэнергии в контактной сети. Все теоретические расчеты показали улучшение качества электрической энергии в результате внедрения и применения закона управления напряжением на шинах 3,3 кВ тяговой подстанции. По полученным результатам можно сделать следующие выводы.

1 Применение системы управляемого распределенного электроснабжения позволяет стабилизировать напряжение на участках с нагруженным движением и при внедрении ускоренного или скоростного движения поездов.

2 Использование распределенной системы позволит решить вопрос увеличения межподстанционной зоны. Распределенная система не нуждается в постоянном пребывании обслуживающего персонала на территории подстанции, т. е. при внедрении современных подстанций модульного типа отпадает необходимость строительства подстанций с отдельным помещением и большой площадью. Также упрощается выбор места для строительства подстанции, которое обычно определяется не технико-экономической эффективностью функционирования системы, а близостью населенных пунктов.

3 Разработанная методология расчета позволяет упростить процесс проработки данных и улучшить быстродействие расчета целой системы для более быстрого реагирования и корректировки управления напряжением на тяговых подстанциях.

4 Концепция управляемого распределенного питания – первый шаг для внедрения интеллектуальной системы электроснабжения, которая позволит более экономично использовать энергетические ресурсы, уменьшить себестоимость перевозок, играющих большую роль в стоимости товара для конечного потребителя – населения страны.

УДК 621.331

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ УПРАВЛЕНИИ УСТРОЙСТВАМИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Д. А. БОСЫЙ, И. А. ТЕРТЫШНАЯ

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Украина*

Электрифицированные железные дороги играют важную роль в экономической и социальной сферах государства, осуществляя перевозки самых разнообразных грузов по всей территории страны. Поэтому при ежедневной перевозке жизненно важных грузов по всем регионам нашей страны и непрерывном пассажиропотоке выход из строя любого элемента конструкции электрифицированной железной дороги может привести к необратимым последствиям. Одним из важных элементов электрифицированной железной дороги является система электроснабжения, которая является сложным техническим сооружением. Система работает в непрерывном режиме и практически в любых условиях, обладает высокой степенью надежности. Однако в процессе эксплуатации возникают различные повреждения элементов системы и аварийные ситуации, связанные с воздействием механических, метеорологических, химических, человеческих и других факторов. Это, в свою очередь, приводит к перерывам в движении поездов и, что критично для железной дороги, срывам графика движения. Также сама система электроснабжения влияет на окружающую среду через наведенное напряжение, мешающее влияние на линии связи, коррозию металлических сооружений и прочее.

Очень важное значение в хозяйстве электроснабжения железных дорог имеет внедрение новейших технологий и передовых разработок. Это улучшает скорость, надежность, экономичность процесса перевозок. Так, совершенствование выпрямительных преобразователей уменьшает потери электроэнергии, снижает влияние контактной сети на линии связи, дает возможность установить простые фильтрующие устройства, уменьшает затраты на строительство. Одним из основных устройств на тяговых подстанциях постоянного тока является выпрямительный агрегат, который состоит из тягового трансформатора, выпрямителя/инвертора и сглаживающего устройства. Поэтому выпрямительные преобразователи должны подвергаться исследованиям для их совершенствования, анализа работы и возможности улучшения их характеристик.

В работе исследуется влияние ограниченного управления установок, которое приводит к увеличению технологических потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения. Режимы работы выпрямительных установок анализируются с помощью современных математических и имитационных моделей.

Результаты исследований показали, что увеличение потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения обусловлено протеканием по контактной сети уравнивающих токов, которые появляются вследствие разности напряжений по модулю и фазе на шинах смежных тяговых подстанций. Кроме этого, несоответствие показателей качества электроэнергии наносит ущерб за счет преждевременного выхода электрооборудования из строя и штрафных санкций со стороны потребителей и иных систем электроснабжения.

От состояния электрооборудования тяговых подстанций напрямую зависит безопасность движения поездов, пропускная способность участков железной дороги, обеспечение транзита электроэнергии питающих энергосистем.

Также на качество работы оборудования в хозяйстве электроснабжения влияет качество подготовки персонала соответствующей квалификации.

УДК 621.331

СНИЖЕНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Д. А. БОСЫЙ, Х. И. ТЫЖБИР

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Украина*

Электрифицированные железные дороги занимают важное место в экономике современных стран. Все электроприемники системы тягового электроснабжения проектируются и изготавливаются в расчете на определенные номинальные электрические параметры: частоту, напряжение, ток и т. д. При этом предполагается, что подведенное напряжение переменного тока синусоидальное и для трехфазных систем, кроме того, симметричное. В основе проектирования электроприемников лежит требование обеспечения их самой экономной работы именно при номинальных параметрах.

Резкопеременные, однофазные и нелинейные тяговые нагрузки электрифицированных железных дорог в определенных режимах работы могут служить причиной искажения некоторых показателей качества электрической энергии, таких как несимметрия, несинусоидальность и колебания напряжения, как непосредственно в системе электроснабжения железных дорог, так и на стороне других потребителей, питающихся от ее сетей.

На участках, электрифицированных на постоянном токе, преобразование на тяговых подстанциях трехфазного переменного тока в выпрямленный напряжением 3,3 кВ вызывает появление высших гармоник тока (напряжения) в сетях общего назначения, что может вызвать нарушение норм по коэффициенту гармонической составляющей напряжения и искажения синусоидальности кривых межфазных (фазных) напряжений. Наличие перечисленных искажений приводит к возникновению ряда негативных процессов. Если в сети появляется напряжение высшей гармоники очевидно, что растет амплитудное значение напряжения, а также его действующее значение. При появлении тока гармоники с большим порядковым номером проявляется поверхностный эффект (вытеснение тока к поверхности проводника), что приводит к дополнительным потерям тепла, нагрев изоляции электрооборудования и снижение срока его службы. Несинусоидальные токи приводят к большему дополнительному нагреву вращающихся машин, а также к большему дополнительному нагреву и увеличению диэлектрических потерь в конденсаторах, кабелях.

Проникновение высших гармоник в сеть приводит к нарушениям работы устройств телемеханики, автоматики, релейной защиты. В сети возможно возникновение резонансных режимов на высших гармониках, при этом резко возрастают токи и напряжения на отдельных участках сети. В двигателях гармоники напряжения и тока приводят к появлению дополнительных потерь в обмотках ротора, в цепях статора, а также, в стали статора и ротора. Через вихревые токи и поверхностный эффект потери в проводниках статора и ротора больше, чем определяются омическим сопротивлением. Всё это