

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

влечет повышение общей температуры машины и местные перегревы, что может привести к серьезным последствиям. Также следует отметить, что при определенных условиях наложения гармоник может возникнуть механическая вибрация ротора. В трансформаторах гармоники напряжения вызывают увеличение потерь на гистерезис, потери, связанные с вихревыми токами в стали, и потери в обмотках. Кроме того, сокращается срок службы изоляции. В батареях конденсаторов гармоники тока также приводят к дополнительным потерям энергии. Вследствие этого происходит дополнительный нагрев конденсатора, который может привести к выходу последнего из строя. Также возможно повреждение конденсатора при возникновении гармоничных резонансов в сети.

Гармоники могут нарушать работу устройств защиты или ухудшать их характеристики. Характер нарушения зависит от принципа работы устройства. Самыми распространенными являются ложные срабатывания, которые наиболее вероятны в работе систем защиты, основанных на измерении сопротивлений. Влияние гармоник на коммерческие приборы измерения мощности и учета электроэнергии приводит к увеличению погрешности результатов измерений.

Также следует отметить влияние гармоник, возникающих в силовых цепях, на сигналы в линиях связи. Низкий уровень шума приводит к определенному дискомфорту, при его увеличении часть передаваемой информации теряется, в некоторых случаях связь становится невозможной.

Определение уровней высших гармоник напряжения, тока и других параметров несинусоидальных режимов производится на основании схем замещения, справедливых для каждой высшей гармоники отдельно.

Для ограничения влияния электрифицированной железной дороги на качество электроэнергии в точках присоединения сетей общего назначения используются специальные мероприятия и средства. Для участков постоянного тока напряжением 3,3 кВ применяются 12-пульсовые преобразователи, при которых в питающих сетях не возникают гармоники напряжения с частотой ниже 550 Гц, а гармоники частотой 550 Гц и выше имеют значительно меньшие амплитуды, чем в случае применения 6-пульсовых преобразователей.

Дополнительно при необходимости устанавливаются индуктивно-емкостные фильтры, применение которых позволяет снизить значение высших гармонических составляющих на тяговых подстанциях постоянного тока, что приведет в общем к повышению качества электроэнергии. Определить параметры данных устройств удобно при помощи современных методов математического моделирования.

УДК 621.331

МОДЕРНИЗАЦИЯ СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА СИСТЕМОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Д. А. БОСЫЙ, В. Г. ХИМОНЕНКО

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

Солнечная энергия – один из самых перспективных и динамичных возобновляемых источников энергии. Ежегодно прирост мощностей, которые вводятся в эксплуатацию, составляет примерно 40–50 %. Всего за последние 15 лет доля солнечного электричества в мировой энергетике превысила отметку в 5 %. Совершенствование технологии изготовления фотоэлектрических модулей привело к существенному снижению себестоимости электроэнергии. В более чем 30 странах мира (в частности, Германии, Чили, Австралии, Мексике) солнечная энергия стала дешевле, чем получаемая из традиционных источников (нефть, газ, уголь). Одной из технологий, увеличивающих добычу солнечной энергии, является солнечный трекер.

Солнечный трекер представляет собой систему, предназначенную для ориентации на солнце рабочих поверхностей систем, генерирующих электричество, либо систем, концентрирующих (генерирующих) тепловую энергию. Точная ориентация рабочих поверхностей систем на солнце необходима для достижения их максимальной производительности. Задача трекера – уменьшить угол падения солнца на рабочую поверхность солнечных панелей (PV-модулей, CPV – концентри-