

Исследование несимметричных режимов при электроснабжении высокоскоростного электрического транспорта

Студент магистратуры: И.Б. Курбанов, группа МЕТ-37 (ТашИИТ)
Научный руководитель: К.Х. Турдибеков, к.т.н, доцент (ТашИИТ)

В соответствии с программой “Развитие скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов в республике Узбекистан” ведется строительство электрифицированных высокоскоростных линий железных дорог с эксплуатационными скоростями 200-250 км/час, что уменьшит время продолжительности поездки, сократит продолжительность поездки, увеличит пропускную способность железных дорог.

Энергопотребление при высокоскоростном движении поездов достигает существенных величин. В линиях электропередач и контактной сети возникают значительные токи. Электрический локомотив переменного тока является чисто однофазной нагрузкой большой мощности. Поэтому создаваемые электрической тягой нагрузки в трехфазной электрической сети не являются симметричными, т.е. в отдельных ее фазах протекают различные токи. Различные токи в фазах ЛЭП при их одинаковых сопротивлениях приводят к различным потерям и уровням напряжения в них, т.е. к несимметрии напряжения, подводимого к трехфазным приемникам электрической энергии.

В связи с этим встают вопросы обеспечения симметрии напряжения и оптимизации её при различных сочетаниях воздействий: временных и постоянных действительных нагрузок с учетом повышенной скорости движения поездов, изучение всех элементов электроснабжения и разработка конкретных рекомендаций, обеспечивающих симметрирование токов и напряжений и надежную эксплуатацию всего электрооборудования системы электроснабжения как для потребителей железнодорожного транспорта, так и для нетяговых потребителей железной дороги и других пользователей электрической энергии.

Несимметрия напряжения особенно проявляется при малой мощности источника питания - силового трансформатора. Она вызывает увеличение потерь электроэнергии и приводит к снижению надежности электрооборудование и всех звеньев системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. В электрических линиях возникает дополнительный нагрев и увеличиваются потери вследствие прохождения в статоре токов обратной последовательности, а в роторе возникает момент

противоположенный основному вращающему моменту. Несимметрия напряжения оказывает влияния и на работу однофазных тяговых и нетяговых электроприёмников электрифицированной железной дороги [1].

Оценка несимметрии токов или напряжений в трехфазных сетях производится при помощи коэффициентов несимметрии токов или напряжений.

Также ценным является относительный коэффициент несимметрии токов представляющий отношение тока обратной последовательности к номинальному току генератора, на который оценивается влияние токов обратной последовательности.

Система электроснабжения переменного тока имеет и ряд недостатков. Один из них проблема несимметрии токов и напряжений как в тяговой так и во внешней системе электроснабжения из-за того, что электровагоны потребляют однофазный ток, а линии электропередачи трехфазные.

Неравномерная загрузка фаз трансформаторов питающих контактную сеть, приводит к появлению токов и напряжений обратной последовательности. Последние оказывают влияние на работу потребителей питающихся от тяговых подстанций и сетей к которым подключаются тяговые подстанции и вызывают дополнительные потери электрической энергии.

Расход электрической энергии зависит от многих одновременно действующих факторов. К ним относится уровень и мастерство ремонтных и локомотивных бригад, техническое состояние пути и метрологические условия и многие другие факторы. Уменьшение потерь электроэнергии в электроподвижном составе зависит от рационального использования его ограничения времени разгона и торможения.

При рассмотрении работы трехфазной системы с несимметричной нагрузкой удобно пользоваться положениями теоретической электротехники о передаче мощности для такого случая или методом симметричных составляющих.

Симметрирование нагрузки в трехфазной цепи может быть достигнуто с помощью вращающихся машин, включения конденсаторных батарей или реакторов. В тяговой сети вращающиеся машины, как правило, не применяют.

Реакторы целесообразно применять, так как тяговая нагрузка сама имеет большую индукционную составляющую, вызывающую большие потери напряжения и энергия и добавление индуктивной нагрузки приведет к увеличению этих потерь.

Несимметричная нагрузка характеризуется наличием

составляющей обратной последовательности. Следовательно, для ее симметрирования надо конденсаторные батареи включить так чтобы они дали составляющую обратной последовательности, противоположную по фазе и равную по модулю составляющей обратной последовательности нагрузки.

Так как симметричная по фазам емкостная нагрузка не имеет составляющей обратной последовательности, симметрировать нагрузку в трехфазной сети можно только несимметричной емкостной нагрузкой. В связи с этим возникает вопрос, каким образом, следует распределять по фазам установки продольно поперечной компенсации и какую выбрать для них мощность.

Для корректного анализа несимметричных режимов сложных энергетических систем требуется разработка математических моделей учитывающих неопределенность исходных данных. Для этого необходимо применение методов интервального анализа для расчетов несимметричных режимов систем электроснабжения при высокоскоростном движении электрического транспорта. Кроме этого разработка метода симметричных составляющих прямой, обратной и нулевой последовательности облегчат пути анализа симметрирования режимов работы системы электроснабжения.

Анализ основных структур трансформаторных преобразователей тяговых подстанций дает схемное решение, которое обеспечит минимальную несимметрию трехфазной сети и обеспечит уравнивание мощностей на вторичных обмотках трансформаторного преобразователя [2].

Литература

1. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учебное пособие И.П. Киселев и др. Под ред. И.П. Киселева. -М: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014,-308 с.

2. Тер-Оганов Э.В. Расчет и анализ работы системы электроснабжения электрифицированных железных дорог с применением ЭВМ. - Екатеринбург: УрГУПС, 2009.- 97 с.