

Дубинин В.В., Прозорова А.А.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
Научный руководитель – А.Н. Попов, к.т.н., доцент

УСТРОЙСТВА КООРДИНАЦИИ ПЕРЕТОКОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В научно-исследовательской работе рассмотрены вопросы компенсации реактивной мощности в системах промышленного электроснабжения преобразовательных установок. Одним из основных вопросов, решаемых при проектировании и эксплуатации систем промышленного электроснабжения, является вопрос о компенсации реактивной мощности, включающей расчет и выбор компенсирующих устройств, их регулирование и размещение на территории предприятия.

Компенсация реактивной мощности имеет большое значение и является частью общей проблемы повышения КПД работы систем электроснабжения и улучшения качества электроэнергии. Реактивная составляющая неизбежна при работе многих промышленных устройств, поэтому она не может быть исключена полностью, однако целесообразно применять средства, предназначенные для уменьшения ее потребления из питающей сети. Уменьшение потребления реактивной мощности на предприятии достигается путем компенсации реактивной мощности как естественными мерами (сущность которых состоит в ограничении влияния приемника на питающую сеть путем воздействия на сам приемник), так и за счет специальных компенсирующих устройств в соответствующих точках системы электроснабжения. Применению устройств компенсации реактивной мощности должен предшествовать тщательный технико-экономический анализ в связи с высокой стоимостью и достаточной сложностью этих устройств.

Интенсивное развитие силовой полупроводниковой преобразовательной техники и ее использование в тиристорных электроприводах переменного и постоянного тока, вентильных преобразователях для электротермических и электротехнологических установок различного назначения привело к ухудшению показателей качества электроэнергии. В условиях возрастающего использования вентильных преобразователей эта проблема сопровождается ощутимым технико-экономическим ущербом. Для ее устранения существует два пути: внешняя и внутренняя компенсация. Внешняя компенсация основана на применении различных компенсирующих устройств, генерирующих реактивную мощность в сеть – конденсаторных батарей, синхронных компенсаторов, регулируемых и нерегулируемых источников реактивной мощности. К ним относятся устройства, выполненные на базе реакторов и конденсаторов. Внутренняя компенсация предполагает уменьшение, как потребления реактивной мощности, так и генерации высших гармоник тока посредством изменений в самом преобразователе.

Расчеты показывают, что установка широко применяемых для компенсации реактивной мощности конденсаторных батарей в системах электроснабжения промышленных предприятий при наличии вентильной нагрузки может оказаться недопустимой. Поэтому на предприятиях с вентильной нагрузкой вопросы компенсации реактивной мощности до конца не решены. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в сетях со специфическими нагрузками (к ним относят нелинейные, несимметричные и резкопеременные нагрузки) существуют определенные особенности компенсации реактивной мощности, которые заключаются в том, что из-за низкого коэффициента мощности потребителей и резкопеременного характера нагрузки необходимо осуществлять компенсацию как постоянной, так и переменной составляющей реактивной мощности; из-за быстрых изменений потребляемой реактивной мощности необходимо применение быстродействующих компенсирующих устройств, способных изменять регулируемую реактивную мощность со скоростью, соответствующей скорости наброса и сброса потребляемой реактивной мощности; из-за неравномерного потребления реактивной мощности по фазам необходимо и пофазное управление компенсирующими устройствами; ограничивается применение батарей конденсаторов для компенсации постоянной составляющей реактивной мощности в сети с резкопеременной вентильной нагрузкой. Это обусловлено наличием в сети высших гармоник тока и напряжения при работе нелинейных нагрузок.

Высшие гармоники приводят к значительным перегрузкам батарей конденсаторов по току. В связи с этим применительно к сетям с симметричными и несимметричными нелинейными нагрузками ведутся разработки и изготовление комплектных фильтрокомпенсирующих и фильтросимметрирующих устройств, обеспечивающих одновременно компенсацию дефицита реактивной мощности основной частоты, фильтрацию высших гармонических, компенсацию отклонений и колебаний напряжения, а также симметрирование напряжения сети.

При наличии быстрых и резкопеременных толчков нагрузок становится перспективным применение статических компенсаторов реактивной мощности, обеспечивающих практически возможность безынерционного регулирования реактивной мощности. Статические компенсаторы реактивной мощности являются перспективным средством рациональной компенсации реактивной мощности в силу присущих им положительных свойств, таких, как быстродействующее регулирование, подавление колебаний напряжения, симметрирование нагрузок, отсутствие вращающихся частей, плавность регулирования реактивной мощности, выдаваемой в сеть и т. д. Быстрое развитие мирового производства статических тиристорных компенсаторов определяется их преимуществами по отношению к традиционным средствам компенсации реактивной мощности в решении ряда актуальных задач электроэнергетики. К числу таких задач относится необходимость компенсации реактивной мощности в местах потребления электроэнергии и на промежуточных подстанциях длинных линий с целью повышения стабильности напряжения у потребителей, снижения потерь в линиях электропередач и сетях электроснабжения потребителей, повышения пропускной способности электропередач.

На основании проведенного в работе исследования можно сделать вывод, что статические тиристорные компенсаторы открывают новые возможности по повышению надежности и качества электрических систем, обеспечивая помимо компенсации реактивной мощности ограничение коммутационных перенапряжений и соответствующее облегчение координации изоляции оборудования ультравысоковольтных передач, повышение предела мощности по длинным линиям, симметрирование режима, снижение потерь в линиях, компенсацию влияния резкопеременной нагрузки, фильтрацию высших гармоник.

Среди всех рассмотренных выше средств компенсации реактивной мощности особое место принадлежит компенсированным выпрямителям. Это специальные преобразовательные системы с усложненными законами управления отдельными мостами или вентильными группами. Действительно, не умаляя достоинств других средств повышения энергетических показателей, следует признать, что они не являются тождественно альтернативными компенсированным выпрямителям. Эти средства, как правило, уступают компенсированным выпрямителям по эффективности использования компенсирующих устройств, что в условиях отмеченного выше дефицита мощности конденсаторов во многих практических случаях имеет решающее значение. Другим, характерным только для компенсированных выпрямителей, важным достоинством является то, что компенсация реактивной мощности осуществляется непосредственно в месте ее потребления.

В данной работе проведен синтез устройства компенсации реактивной мощности. Устройство проектировано на основе статического источника реактивной мощности, состоящего из индуктивности, регулируемой тиристорными преобразователями, и батареи конденсаторов. Для управления тиристорными преобразователями в работе применена система импульсно-фазового управления, позволяющая преобразовать напряжение управления, подаваемое на ее вход, в импульсы управления тиристорами. Устройство позволяет регулировать генерируемую в сеть энергоснабжения промышленного предприятия реактивную мощность, контролировать текущие значения напряжения, тока и коэффициента мощности в сети, измерять значение генерируемой в систему реактивной мощности и поддерживать заданную потребителем величину коэффициента мощности в сети. Достоинством проектируемого устройства является плавное регулирование генерируемой в систему реактивной мощности, что достигается за счет использования в качестве регулирующих элементов тиристорных преобразователей.

Библиографический список

1. Зимин Е.Н., Кацевич В.Л., Козырев С.К. Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями. – М.: Энергоиздат, 1981. – 192с.
2. Коновалова Л.А., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528с.
3. Красник В.В. Автоматические устройства по компенсации реактивной мощности в электросетях предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 136с.

4. Минин Г.П. Реактивная мощность. – М.: Энергия, 1978. – 88с.

5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2т. Т.1. Электроснабжение / Под общ. ред. А.А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 568с.

6. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 472с.