

смысл рассчитывать батарею не на предельную, наиболее «тяжелую» скорость охлаждения, а на какую-то среднюю, при которой среднее потребление мощности по времени работы при различных температурах будет минимальным. Пиковая, наиболее тяжелая нагрузка может компенсироваться увеличением тока и переходом к режиму максимальной холодопроизводительности.

Так как охлаждение рабочего вещества ТЭБ осуществляется в основном снизу вверх, то влияние естественной конвекции в жидкой фазе на теплообмен незначительное, процесс теплопередачи в основном осуществляется за счет теплопроводности.

Указанное обстоятельство накладывает дополнительные требования на свойства рабочего агента, а именно, требует повышения его удельной теплопроводности.

В связи с этим, лучшими рабочими веществами являются металлы и их сплавы, а также некоторые кристаллогидраты. Органические вещества, такие как, парафин, лауриновая, пальмитиновая, элаидиновая кислоты, обладающие лучшими технологическими и эксплуатационными свойствами по сравнению с другими рабочими веществами, особенно перспективны с применением конструкционных наполнителей, увеличивающих их эффективную теплопроводность.

Библиографический список:

1. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. М.: Сов. радио, 1976.
2. Алексеев В.А. Охлаждение радиоэлектронной аппаратуры с использованием плавящихся веществ. М.: Энергия, 1975.

УДК 620.98

Исмаилов Т.А., Герейханов Р.К., Магомедов А.М.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Ismailov T.A., Gerey Khanov R.K., Magomedov A.M.

METHODOLOGY OF INCREASING QUALITY OF ELECTRICITY IN COMPANIES AND DISTRIBUTION ELECTRICAL NETWORKS

В материалах статьи рассматриваются вопросы повышения качества электроэнергии; проведен анализ существующих способов компенсации реактивной мощности в электрических сетях, по результатам которого предлагается решение проблем, связанных с компенсацией реактивной мощности на

предприятиях.

Ключевые слова: энергоснабжение, качество, сети, резонанс.

In this article methodologies of increasing quality of electricity are discussed. Analyses of different methodologies were made and new ways to compensate reactive power in companies were proposed.

Key words: electric power supply, quality, power line, resonance.

Недостатки энергетической системы России связаны с малой пропускной способностью межсистемных линий передач, неустойчивостью величины напряжений в периоды уменьшения нагрузок, недостаточной степенью устойчивости линий электропередач и потерями в сетях из-за неоптимального распределения мощностей. Известно, что любые отклонения в сети электроснабжения, приводящие к изменению электрических параметров, регламентированных в ГОСТ 721–77 [1], ухудшают качество электроэнергии. Это может привести к сбоям в работе электрического оборудования и даже к его повреждению. Для повышения качества электроэнергии необходимо ориентироваться на три основные составляющие, а именно, на бесперебойную передачу электроэнергии, распределение электроэнергии по устойчивым электрическим сетям и производство энергии высокого качества.

При передаче энергии в основном возникают следующие проблемы, связанные с: [4]

- устойчивостью передачи, в значительной степени связанной с величиной транспортного угла;
- устойчивостью контроля напряжений и ростом напряжения при отсутствии нагрузки;
- явлениями резонанса в сети, возникающими между различными элементами сети, например, фильтрами;
- явлением феррорезонанса, обусловленным нелинейными колебаниями, возникающими при насыщении силовых или измерительных трансформаторов;
- перенапряжениями при коммутации линий электропередач, возникающих вследствие подключения или отключения элементов сети, фильтров, конденсаторных батарей и трансформаторов;
- механическими повреждениями в линиях электропередач типа «фаза/земля».

Для решения этих проблем существуют известные методы со своими достоинствами и недостатками, но все эти методы не решают проблемы в полной мере. Поэтому, исследования в этом направлении представляются современными и актуальными.

Улучшение характеристик качества электроэнергии возможно как при ее распределении, так и непосредственно у потребителей.

Для повышения качественных параметров электроэнергии на предприятиях существуют различные способы, такие как, использование конденсаторных батарей, синхронных двигателей и вентильных преобразователей.

Конденсаторные батареи используются как основное средство для компенсации реактивной мощности. Они применяются в качестве дополнительного источника реактивной мощности для обеспечения потребителя реактивной мощностью сверх того количества, которое возможно и целесообразно получить от энергосистемы. Их достоинствами являются низкая стоимость и малые собственные потери активной мощности. К недостаткам относят наличие остаточного заряда, отсутствие плавного регулирования и влияние на работу конденсаторных установок высших гармоник.

Основное преимущество синхронных машин - это возможность регулирования величины реактивной мощности.

Они выполняются для работы с опережающим коэффициентом мощности, что частично компенсирует реактивную мощность в питающей сети. Их недостатки – сложность пусковой аппаратуры и высокая стоимость [4].

Вентильные преобразователи представляют собой устройства для преобразования напряжения и частоты электрического тока с помощью электронных или ионных вентилях [5].

Достоинства вентильных преобразователей следующие: отсутствие узлов, требующих обслуживания; большой допустимый пусковой момент; высокое быстродействие и значительный диапазон регулировок по частоте вращения электродвигателей. Их недостатки – высокая стоимость, массогабаритные показатели и не синусоидальность тока.

Проведенный анализ способов компенсации реактивной энергии показал, что все они, наряду со своими достоинствами обладают недостатками.

Совместное же их применение позволяет частично устранить недостатки, но при этом возрастает стоимость таких комплексов.

Однако системы компенсации реактивной мощности находят применение в распределительных сетях энергоснабжения с целью повышения качества передачи электроэнергии. Среди известных систем следует отметить устройства и технологии управления линиями переменного тока (FACTS).

FACTS [2] системы преобразуют функцию электрической сети из существующей «пассивной» в «активную».

Важнейшее свойство FACTS систем – их способность поглощать или возвращать реактивную мощность [3].

К техническим средствам реализации относят статические преобразователи напряжения, конденсаторные батареи, электромашиновентильные комплексы (машины переменного тока со статическими преобразователями частоты) и микропроцессорные средства управления устройствами.

Существуют различные способы реализации FACTS систем:

1. Поперечная компенсация – STATCOM (STATic synchronous COMpensator – Статический синхронный компенсатор).

2. Компенсаторы STATCOM (рис. 1) способны поглощать и возвращать реактивную мощность, обеспечивают возможность поглощения реактивной мощности при отсутствии нагрузки в сети [3].

3. Когда напряжение в точке подключения остается постоянным, компенсатор STATCOM ведет себя как компенсатор SVC [6].

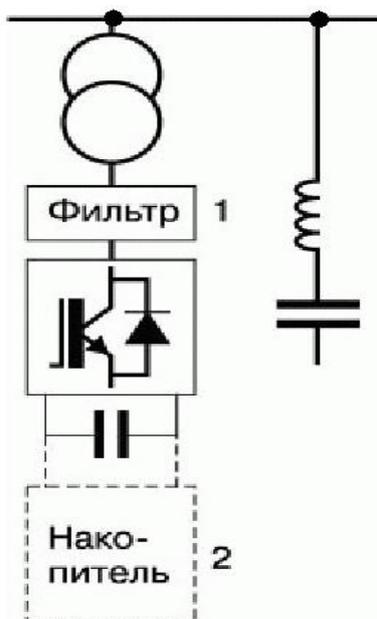


Рисунок 1 - Схема STATCOM

Однако в режиме ограничения мощности компенсатор STATCOM становится источником тока, тогда как компенсатор SVC приобретает свойства конденсатора. Стандартными функциями этих компенсаторов является регулирование напряжения путем поглощения или возврата реактивной мощности и подавление подсинхронных колебаний. Недостаток STATCOM в том, что их применение обычно ограничивается статической компенсацией по причинам экономического характера.

4. Продольная компенсация – SSSC (Static Synchronous Series Compensator – Статический синхронный продольный компенсатор). В системах SSSC исключается недостаток систем TCSC (конденсаторная батарея с тиристорным управлением), который состоял в невозможности плавного перехода от емкостного режима к индуктивному. SSSC (рис. 2) может возвращать только реактивную мощность, за исключением тех случаев, когда контур постоянного тока получает подпитку от накопителя энергии. Их задачей является поддержка сети в рабочем состоянии при кратковременных возмущениях.

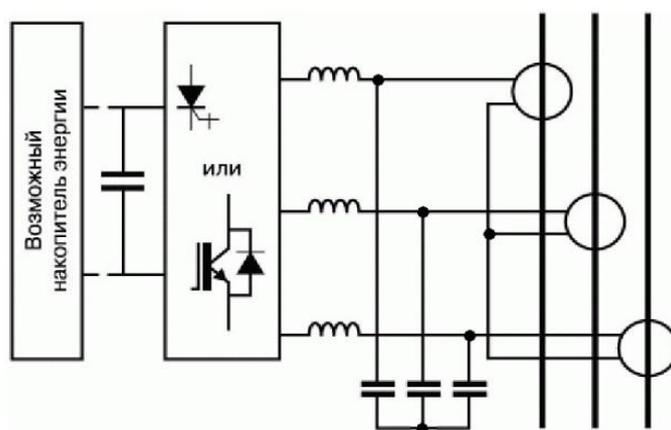


Рисунок 2 - Схема SSSC

5. Универсальная компенсация – UPFC (Unified Power Flow Controller – унифицированная система управления энергоподачами).

Мощности систем STATCOM и других типов SSSC настолько высоки, что использование их без применения накопителей энергии достаточной емкости затруднительно.

Если такая возможность отсутствует, мы должны быть в состоянии управлять величиной транспортного угла, как в случае использования фазосдвигающего трансформатора [7], но со значительно более высоким быстродействием.

Система UPFC воплощает эту мечту в реальность без использования какого-либо накопителя энергии. Система UPFC представляет собой не что иное, как объединение систем STATCOM и SSSC (рис. 3).

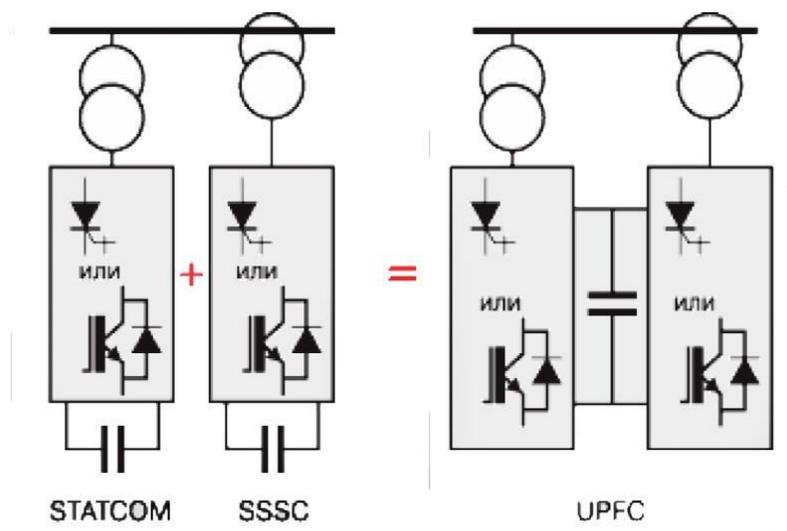


Рисунок 3 - Схема установки UPFC

Система позволяет выполнять следующие функции:

- непосредственное управление напряжением. Сложение или вычитание напряжений, фазированных узлом поперечной компенсации. Эти действия производятся над реактивной мощностью;
- поперечный компенсатор: путем управления поперечным преобразователем с переводом последнего в режим поглощения или возврата реактивной мощности. Напряжение должно поддерживаться постоянным;
- продольный компенсатор: путем добавления последовательного напряжения со сдвигом на 90° по отношению к току связи. При этом необходимо управлять выходным напряжением и реактивной мощностью на выходе;
- одновременное использование всех функций – число степеней свободы системы позволяет это делать, когда необходимо управлять и реактивной, и активной мощностью [3].

Рассмотренные выше технологии являются относительно дорогостоящими, требуют обслуживания высококвалифицированными специалистами и используются только для установок большой мощности. А при создании автоматических систем стабилизации напряжения энергетических установок малой мощ-

ности приходится ориентироваться на классические системы компенсаторов, которым присущи недостатки, приведенные выше.

Для выхода из сложившегося положения предполагается решение, сущность которого заключается в следующем.

На предприятиях имеются различные устройства и установки, использование которых не только сказывается на потерях электроэнергии, но и вносит различного рода помехи в сеть энергоснабжения.

Это помехи такого рода, как флуктуации (резкое изменение формы переменного напряжения на частотах 30–35Гц), искажения синусоидальности питающего напряжения, гармоники, генерируемые нелинейной нагрузкой, создающие дополнительные потери в трансформаторах.

Существует необходимость контроля величины напряжений и сдвига фаз с последующим автоматическим восстановлением.

Разрешение этих задач представляется возможным посредством систем контроля и управления параметрами электрической сети, схема структурная, которая приведена на рис. 4.

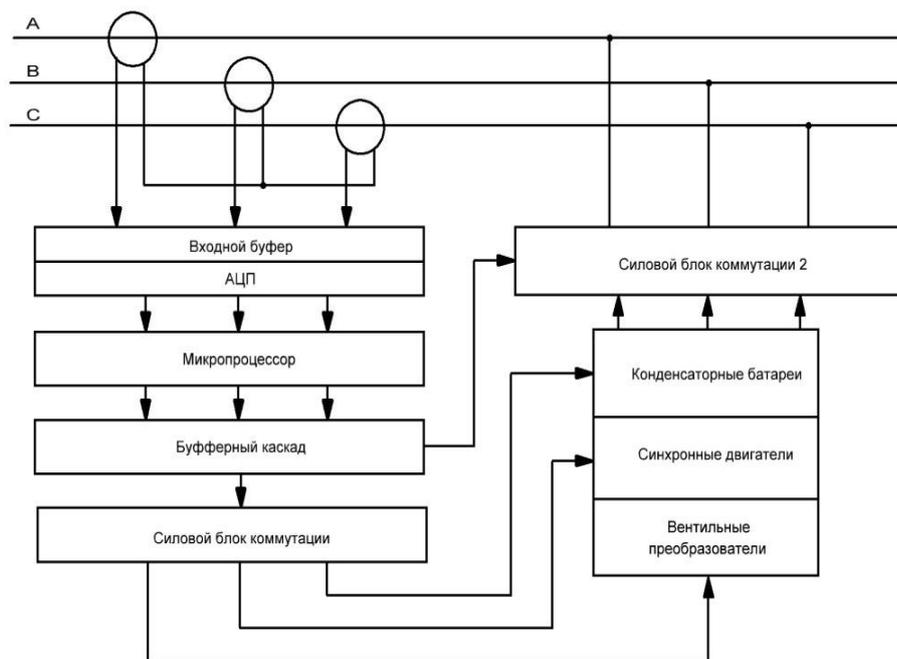


Рисунок 4 - Система контроля и управления параметрами электрической сети

Данная система содержит входной буфер, предназначенный для согласования электрических цепей с электронной частью системы АЦП, обеспечивающего функции преобразования аналогового сигнала в цифровой код. Микропроцессор выполняет функции обработки информации, поступающей с АЦП с последующим управлением внешней периферией.

Выходной буферный каскад обеспечивает согласование микропроцессора с силовыми блоками управления. Силовые блоки коммутации включают необходимые блоки компенсации реактивной мощности в силовые электрические линии.

Принцип работы системы заключается в следующем. Контроль электрических параметров отдельно по каждой фазе производится с помощью датчиков тока и многоканального АЦП. В каждую из фаз трехфазной сети электроснабжения включены три трансформатора тока со вторичных обмоток которых, можно получить нормализованный аналоговый сигнал с гальванической развязкой от электрической сети.

Аналоговый сигнал с датчиков тока подается на входной буфер, роль которого заключается в согласовании уровней напряжения, подаваемого на вход АЦП.

В зависимости от используемых датчиков, входной буфер может выполнять функции, как усиления амплитуд сигналов, так и уменьшения. АЦП работает в режиме мультиплексирования входов с последующей передачей информации непосредственно в микропроцессор, который подвергает анализу и проводит обработку информации по соответствующим алгоритмам с целью выявления отклонения напряжений в сети от границ установленного поля допуска. При фиксировании выхода за пределы границ поля допуска принимается решение о подключении вспомогательных устройств компенсации электрической энергии.

Построение такого рода системы становится возможным благодаря микропроцессорным устройствам и электронным переключателям типа IGBT, способных коммутировать цепи больших мощностей.

Микропроцессор, совместно АЦП, и реализованные алгоритмы, анализирующие различные составляющие энергосети, позволяют контролировать параметры каждой фазы и при обнаружении отклонений от номинального значения электрических параметров оказывать требуемое противодействие посредством имеющихся конденсаторных батарей, синхронных машин и вентильных преобразователей.

Предусмотрена возможность по каскадному включению конденсаторных батарей, плавного пуска синхронных двигателей и т.д., для эффективного подавления нежелательных возмущений.

При авариях или переходе приборов в нерабочее состояние достаточно много времени уходит на поиск неисправностей и причин их возникновения. Для частичного устранения этой проблемы в данной системе предусмотрена запись событий в привязке ко времени, о подключенных нагрузках и основных параметрах электрической сети.

Это позволяет выявлять устройства с более высоким потреблением мощности, получать информацию о времени поломки и текущие на тот момент показатели энергосети, а также выявлять устройства, оказывающие паразитное влияние на электрическую сеть.

Такой подход построения системы позволяет решать круг задач по повышению качества электроэнергии непосредственно на предприятиях и иных объектах потребления электроэнергии.

С экономической стороны стоимость такой системы будет превышать стоимость систем основанных лишь на конденсаторных батареях и синхронных машинах, но ниже стоимости FACTS систем.

Снижение потерь электроэнергии и способствование сохранению оборудования в рабочем состоянии положительно сказываются на сроках окупаемости системы.

Библиографический список:

1. Методы измерений показателей качества электрической энергии. Научно-испытательный центр «САМТЕС» 2009 г.
http://cenerg.ru/files/GOST_51317_4_30-2008.pdf
2. Системы FACTS
http://www.fsk-ees.ru/media/File/evolution_technology/FACTS.pdf
3. Новые технологии для российских энергетических компаний.
http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4011
4. Технологии повышения качества электроэнергии при ее передаче и распределении. Жак КУРО. 2005г. <http://www.news.elteh.ru/arh/2005/31/05.php>
5. Вентильные преобразователи и схемы их включения
<http://railway-transport.ru/books/item/f00/s00/z0000005/st028.shtml>
6. Статический регулируемый компенсатор (SVC "Classic")
<http://www.energy.siemens.com/ru/ru/power-transmission/facts/static-var-compensator-classic/>
7. Тенденции применения фазоповоротных трансформаторов в электроэнергетике
<http://mvo.ipc.ru/TendenciiPrimeneinya/TendenciiPrimeneinyaFazopovorotnihTrasformatorov.pdf>

УДК 664.8036:62

Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Загиров Н.Г.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОЙ ТЕПЛОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ТОМАТОПРОДУКТОВ

Akhmedov M.E., Demirova A.F., Zagirov N.G.

DEVELOPMENT OF OPTIMUM PARAMETERS OF STEP THERMAL STERILIZATION CONCENTRATED TOMATO PRODUCTS

В работе представлены результаты исследований по разработке новых режимов тепловой стерилизации концентрированных томатопродуктов. Приведены результаты анализа традиционных способов производства концентрированных томатопродуктов с выявлением характерных недостатков. На основании исследований термоустойчивости стеклянной тары установлены оп-