

УДК 621.316.1

**СИНХРОННЫЙ КОМПЕНСАТОР В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ
УПРАВЛЕНИЯ ДВУХТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИЕЙ
SYNCHRONOUS COMPENSATOR IN ADAPTIVE CONTROL SYSTEM OF
TWO-TRANSFORMER SUBSTATION**

Н.П. Ваник, Д.А. Кириченко

Научный руководитель – В.П. Счастный, к.т.н., доцент

Белорусский национальный технический университет,

Минск, Республика Беларусь

E-mail: val.sc@mail.ru

N.Vanik, D.Kirichenko

Scientific Director of the V. Schasny, Candidate of Technical Sciences. Docent

Belarusian National Technical University,

Minsk, Republic of Belarus

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы управления оборудованием двухтрансформаторной подстанцией, возможность поддержания баланса реактивной мощности в электрических сетях и требуемых уровней напряжения.

Annotation: The article discusses the management of the equipment of the two-transformer substation, the ability to maintain the balance of reactive power in electrical networks and the required voltage levels. Keywords: transformer substation, adaptive system, jet power compensation, synchronous compensator.

Ключевые слова: трансформаторная подстанция, адаптивная система, компенсация реактивной мощности, синхронный компенсатор.

Keywords: transformer substation, adaptive system, jet power compensation, synchronous compensator.

Введение

Ввод в эксплуатацию генерирующих мощностей Белорусской АЭС, и ее интеграция в баланс энергосистемы требует изменения в структуре электропотребления, роста нагрузки, что в свою очередь требует повышения пропускной способности электрических сетей и обеспечения качества электроэнергии. Для обеспечения нормальной работы электроприемников в различных режимах нагрузки на их выводах должны поддерживаться нормированные уровни напряжения, обеспечиваемые путем встречного регулирования напряжения в центрах питания с учетом влияния на уровень напряжения компенсации реактивной мощности. На промышленных предприятиях, имеющих на своем балансе подстанции глубокого ввода напряжением 110/10(6) кВ, 35/10(6) кВ, для компенсации реактивной мощности используются установки обычных батарей статических конденсаторов (БСК) или автоматических конденсаторных установок (АКУ), синхронные компенсаторы (СК) а также статические тиристорные компенсаторы (СТК). Выбор оборудования зависит от ряда факторов, таких как: требуемая мощность, характер нагрузки, графики колебания нагрузки, возможность размещения, техническое обеспечение трансформаторной подстанции, экономическая целесообразность. В последние годы, для компенсации

реактивной мощности отдается предпочтение фильтрокомпенсирующим устройствам и статическим тиристорным компенсаторам. Однако, уже сейчас на отдельных трансформаторных подстанциях резко возросла загрузка трансформаторов. Имеются несколько как максимальных, так и минимальных пиков, что требует не только учета взаимовлияния компенсации реактивной мощности и встречного регулирования с помощью РПН, но и загрузки сети реактивной мощностью, чтобы обеспечить требуемый уровень качества электрической энергии в точках передачи электрической энергии пользователям электрических сетей низкого, среднего и высокого напряжения, согласно установленных норм действующего стандарта [1].

Основная часть

Эффективность работы трансформаторной подстанции заключается в ее надежности и оптимальных режимах работы с целью обеспечения минимальных потерь электроэнергии, качества и требуемых параметров электроэнергии. Это достигается за счет применения устройств адаптивной системы управления оборудованием трансформаторной подстанции. В предложенном устройстве обеспечена возможность регулирования уровня напряжения, компенсации реактивной мощности и поддержания управляющих связей с более высокими уровнями энергосистемы (Рисунок 1). Принцип работы системы рассмотрен в [2, 3].

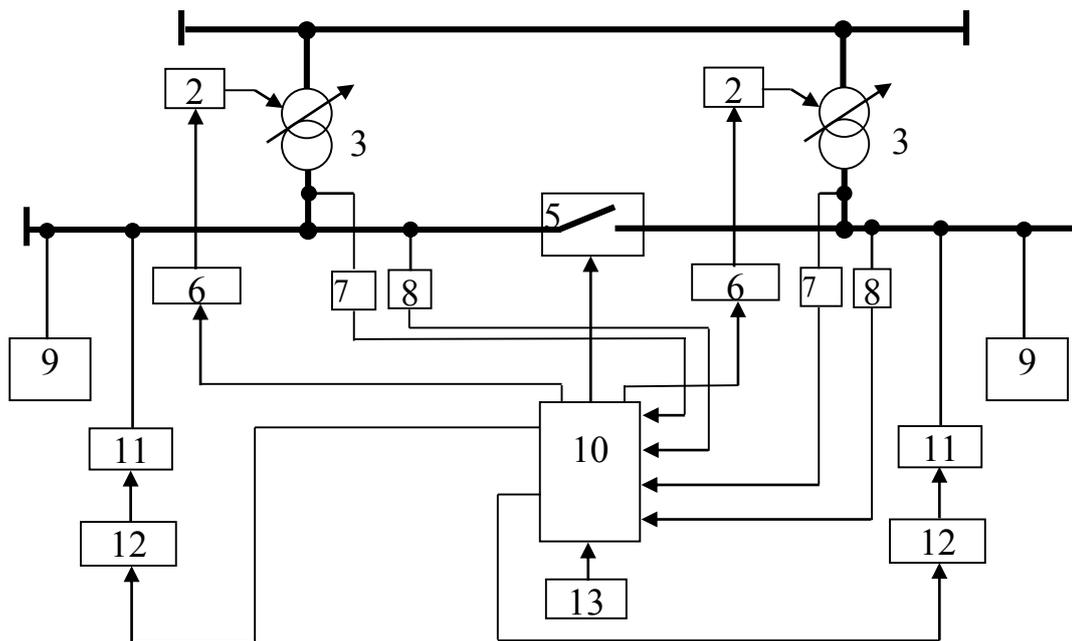


Рисунок 1 – Схема устройства адаптивной системы управления оборудованием двухтрансформаторной подстанции: 1 – шины высокого напряжения (энергосистема); 2 – устройство регулирования напряжения под нагрузкой (РПН); 3 – понизительный трансформатор; 4 – шины питания; 5 – секционный выключатель; 6 – блок управления; 7 – датчик тока; 8 – датчик напряжения; 9 – потребители; 10 – регулятор; 11 – регулируемый источник реактивной мощности; 12 – блок коммутации; 13 – блок обеспечивающий управляющую связь с более высоким уровнем энергосистемы

Для обеспечения возможности регулирования напряжения в отходящих линиях трансформаторы снабжены устройствами РПН. Для осуществления регулирования реактивной мощности используем синхронные компенсаторы (Рисунок 2).

Схема предложена в виде блока «трансформатор-синхронный компенсатор». Это обеспечивает выполнять отключение и при необходимости быстрый ввод компенсатора и его синхронизацию с сетью. Пуск осуществляется в асинхронном режиме. Для этого через блок коммутации включаем выключатель 1 и на основную статорную обмотку 7 компенсатора подается напряжение. Обмотка соединена по схеме «звезда». Потечет пусковой ток, который создает вращающееся магнитное поле, обеспечивая асинхронный разбег компенсатора. Предлагаемая конструкция синхронного компенсатора имеет дополнительную статорную обмотку 6, которая не обтекается током до момента разгона синхронного компенсатора до подсинхронной скорости. При достижении подсинхронной скорости поступает команда на выключатель 5. Дополнительная статорная обмотка 6, и обмотка возбуждения 9 получают питание и компенсатор втягивается в синхронизм. Основная и дополнительная статорная обмотка подключаются от разных ответвлений трансформатора, поэтому на основной обмотке напряжение выше, чем на дополнительной. За счет разного уровня напряжений на выходе выпрямителя 8 имеется напряжение, которое обеспечивает ток в обмотке возбуждения.

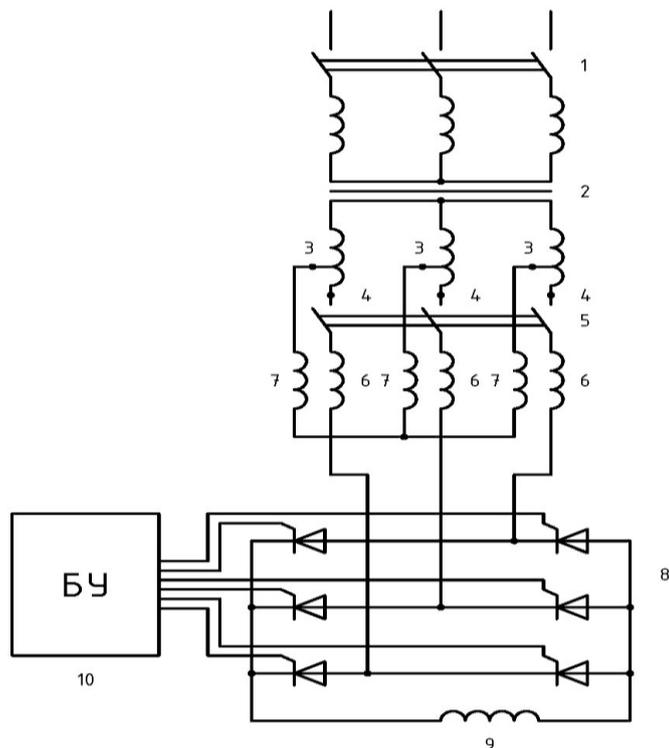


Рисунок 2 – Структурная схема синхронного компенсатора: 1 – выключатель; 2 – трехобмоточный трансформатор; 3, 4 – ответвления вторичной обмотки трансформатора; 5 – выключатель; 6, 7 – основная и дополнительная обмотка статора синхронного компенсатора; 8 – двухполупериодный управляемый выпрямитель; 9 – обмотка возбуждения ротора синхронного компенсатора; 10 – блок управления выпрямителя

Включение основной и дополнительной обмотки статора синхронного компенсатора на разное напряжение позволяет снизить электрические потери в обмотках, так как от выводов 3 до нейтральной точки протекает ток равный геометрической сумме токов основной и дополнительной обмоток статора, которая меньше алгебраической сумме этих токов.

Изменяя ток возбуждения в режиме перевозбуждения или недовозбуждения можно отдавать или потреблять реактивную мощность из сети и обеспечивать требуемый баланс мощности.

Все команды формируются на регуляторе 10, представленной адаптивной системы управления оборудованием, по мере поступления и обработки поступающих данных состояния показателей качества электроэнергии и требуемого уровня реактивной мощности.

Заключение

Использование предложенного синхронного компенсатора в адаптивной системе управления оборудованием трансформаторной подстанции, позволяет уменьшить потери, повысить качество электроэнергии и надежность за счет оптимального регулирования напряжения в электрической сети, поддержания баланса реактивной мощности, принудительного изменения режима работы оборудования трансформаторной подстанции.

Литература

1. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Счастный В.П. Устройство управления оборудованием двухтрансформаторной подстанции при параллельной работе трансформаторов / В.П. Счастный, А.И. Зеленкевич // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 55 – 58.
3. Патент №4613 Устройство для управления оборудованием потребительской трансформаторной подстанции / В.П. Счастный, А.И. Зеленкевич; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» – заявл. 2008.14.01; опубл. 30.08.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 200.