

## **Отзыв**

официального оппонента Доманова Виктора Ивановича на диссертационную работу Кочеткова Владимира Валерьевича «Совершенствование управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронным электроприводом», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

### **Актуальность темы исследования**

Применение в электроснабжении систем управления коэффициентом реактивной мощности ведет к существенным преимуществам, как с технической, так и с экономической точки зрения. Это объясняется тем, что ограничение потребляемой из сети реактивной мощности положительно сказывается на пропускной способности питающих сетей, а соблюдение нормативного коэффициента реактивной мощности позволяет потребителю избежать штрафных санкций со стороны поставщика электроэнергии. Наличие в системах электроснабжения синхронного электропривода позволяет регулировать величину реактивной мощности посредством изменения величины тока возбуждения синхронного двигателя. Поэтому разработка и совершенствование систем управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронным электроприводом является актуальной задачей.

### **Оценка содержания работы**

Представленная к защите диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и трех приложений. Основная часть работы изложена на 138 страницах машинописного текста, иллюстрирована 107 рисунками и 12 таблицами. Библиографический список содержит 130 наименований на 12 страницах.

Во введении приведено обоснование актуальности задачи совершенствования систем автоматического управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронными электродвигателями. Сформулированы цель работы и задачи исследования, изложена научная новизна и практическая значимость диссертации.

В первой главе автором приведен обзор известных математических моделей синхронных машин. Проведен анализ известных принципов функционального и структурного построения, алгоритмов систем управления возбуждением синхронных двигателей. Анализ известных достижений позволил сделать вывод, что в существующих системах управления не учитываются колебания напряжения в сети и влияние асинхронных двигателей и конденсаторных батарей.

Вторая глава посвящена разработке математической модели обобщенной системы электроснабжения. На начальном этапе на основе уравнений электромагнитных и электромеханических процессов автором построена модель синхронного двигателя в виде структурной схемы, учитывающая колебания напряжения в сети. Диссидентом проведено компьютерное моделирование в среде «Matlab Simulink», получены переходные характеристики синхронного двигателя как объекта управления. Построена структурная схема системы электроснабжения с учетом структурной схемы синхронного двигателя и с добавлением уравнений асинхронных двигателей, конденсаторных батарей, линии электропередач и учитывающая нестабильность напряжения сети.

Для описания влияния пусковых режимов асинхронных двигателей на систему электроснабжения автором разработана методика определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по справочным данным и методика расчета активной и реактивной мощности при его разгоне.

В третьей главе рассмотрены структурные схемы систем автоматического управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения, содержащей синхронные электроприводы с обратными связями по различным переменным. Достоинством рассматриваемой диссертации является то, что автором получены четкие аналитические зависимости для определения параметров настроек регуляторов систем автоматического управления, обеспечивающих высокое быстродействие и требуемое качество переходного процесса (низкое перерегулирование). Все структурные схемы смоделированы автором в среде «Matlab Simulink», получены переходные и частотные характеристики, доказывающие правомерность применения разработанных систем управления. На основе полученных данных выявлено, что наименьшую погрешность имеет система автоматического управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронным электроприводом с отрицательными обратными связями по току возбуждения и реактивной мощности синхронного двигателя и с компенсирующей связью по мощности асинхронной нагрузки. Автором доказана экономическая эффективность предложенной системы управления.

Четвертую главу автор посвятил реализации и экспериментальному исследованию системы управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронным электроприводом. Проведены натурные эксперименты, которые подтвердили достоверность результатов теоретических исследований.

### **Новизна проведенных исследований и полученных результатов**

Приведенный анализ содержания рассматриваемой диссертации позволяет сделать вывод, что автором получены следующие новые научные результаты:

1. Предложена новая модель синхронного двигателя, отличающаяся учетом нестабильности напряжения сети.

2. Разработана новая модель обобщенной системы электроснабжения, учитывающая переходные режимы асинхронных двигателей, конденсаторных батарей, линий электропередач и трансформаторов.

3. Разработана методика определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по справочным данным и методика расчета активной и реактивной мощности при его разгоне, отличающаяся от известных методик меньшей погрешностью.

4. Разработаны системы автоматического управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения, отличающиеся от известных систем низкой погрешностью стабилизации коэффициента реактивной мощности на заданном уровне и исключающую перегрузку синхронного двигателя реактивной мощностью в переходных режимах.

### **Практическая значимость диссертации**

Результаты научных исследований имеют несомненную практическую значимость, поскольку автором разработаны:

1. Методика структурно-параметрического синтеза систем автоматического управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения.

2. Математическая модель системы автоматического управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронным электроприводом с отрицательными обратными связями по току возбуждения и реактивной мощности синхронного двигателя и с компенсирующей связью по мощности асинхронной нагрузки.

### **Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Выводы и рекомендации по решению поставленных в диссертации задач сформулированы в заключении на страницах 124-125 работы. Они получены на основе глубокого теоретического анализа, применения методов

синтеза систем управления, компьютерного моделирования и натурных экспериментальных исследований.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением строгих математических методов исследований и сравнением результатов расчетов с данными натурных экспериментов.

### **Публикации и апробация диссертационной работы**

По теме диссертации опубликованы 14 печатных работ общим объемом 6,34 п.л., в том числе 2 статьи в базах данных Scopus и Web of Science, 6 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из Перечня ВАК РФ.

Основные положения и результаты докладывались на International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) (Астана, Казахстан, 2017) и XI International scientific and technical conference "Applied Mechanics and Dynamics Systems" (Омск, 2017).

### **Внедрение результатов диссертации**

Основные результаты работы нашли применение в практике инженерного обслуживания КНС «Бариновская» АО «Самаранефтегаз» (г. Самара).

### **Соответствие диссертации установленным критериям**

Диссертация Кочеткова В.В. «Совершенствование управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения с синхронным электроприводом» выполнена в соответствии с паспортом специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Рассматриваемая диссертация полностью отвечает квалификационным признакам и принципам соответствия, которые установлены нормативным документом «Положение о порядке присуждения ученых степеней»,

утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертация написана в хорошем научном стиле и содержит новые научные результаты, обладающие также и практической значимостью.

Результаты диссертационной работы отражены в достаточном количестве публикаций, в том числе и в рецензируемых научных журналах из Перечня, утвержденного ВАК РФ и в базах данных Scopus и Web of Science.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

### **Замечания по работе**

По рассматриваемой диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Отсутствует оценка влияния несовпадения кратности момента контрольного асинхронного электродвигателя с уточненным значением, вычисленным по его сопротивлениям, на погрешность предложенной методики определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя по паспортным данным.

2. На стр. 86, 91, 101, 107 рассмотрены структуры с различными обратными связями: внутренний угол двигателя, ток возбуждения СД, реактивная мощность, мощность асинхронной нагрузки. При этом не раскрыты датчики этих величин. Характеристики датчиков ОС непосредственно влияют на точность и быстродействие системы.

3. На рис. 4.2. (стр. 125) не обозначен трансформатор ТВ1. Не ясно, какие приборы РА2 и РВ1 и их погрешность при измерении тока и напряжения на выходе тиристорного преобразователя.

4. В рассматриваемых системах нет анализа случайного характера нагрузки.

5. Математическая модель не учитывает зарядную мощность линии электропередачи.

## **Заключение**

Замечания не снижают научной и практической значимости работы. Все поставленные задачи автор довел до логического завершения. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу в решении важной проблемы – совершенствовании систем управления коэффициентом реактивной мощности системы электроснабжения.

Считаю, что представленная диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кочетков Владимир Валерьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,  
заведующий кафедрой «Электропривод  
и автоматизация промышленных установок»  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный  
технический университет»,  
кандидат технических наук,  
доцент

В.И. Доманов

Подпись Доманова В.И. заверяю

Сведения об оппоненте:

**Доманов Виктор Иванович,**

К.т.н., спец. 05.09.03.

Доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленная установок»,  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»,  
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, тел. (8422)-77-81-04;  
e-mail: eapu@ulstu.ru..