

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Мин Ту Аунг

«Электроприводы малой мощности с двигателями

последовательного возбуждения»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы

Диссертация Мин Ту Аунг посвящена вопросам повышения эффективности маломощных электроприводов с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения (ДПВ) путем разработки энергосберегающих способов управления на базе критериев оптимальности, оптимизации динамического КПД нелинейных электромеханических систем и устройств управления электроприводом с ДПВ путем синтеза структуры и алгоритмов управления, а также анализа динамических свойств системы управления электроприводом с ДПВ.

Совершенствование теоретических подходов к оптимизации энергосберегающих режимов работы маломощных электроприводов на основе двигателей последовательного возбуждения за счет повышения динамического энергетического КПД представляет важную научно-техническую задачу из-за массового использования таких маломощных электроприводов.

В анализируемой литературе показана неоднозначность получаемых решений задачи оптимизации с точки зрения потерь электроэнергии для ДПВ. На данный момент открытым остается вопрос оптимизации КПД именно за счет управления. В задаче оптимизации управления основной проблемой является зависимость параметров электропривода от скорости двигателя, поэтому поиск оптимального решения, с точки зрения энергосбережения, наиболее актуален в научном и практическом значении именно в динамических режимах работы. Таким образом, существует нерешенная научная проблема развития и совершенствования теории анализа и математического моделирования оптимальных энергосберегающих алгоритмов управления по критерию минимальных потерь электрической энергии, которая позволит обеспечить решение практических

задач в области энергосбережения и динамической коррекции систем управления при изменяющейся скорости и нагрузке электропривода с ДПВ.

Принимая это во внимание, тему диссертации Мин Ту Аунг, посвященную разработке энергосберегающих способов управления электроприводом с ДПВ на базе критериев оптимальности и оптимизации энергетического КПД нелинейных механических систем путем синтеза структуры и алгоритмов управления можно считать актуальной и соответствующей научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертации определена:

– новым подходом к математическому описанию динамики регулируемого электропривода с ДПВ, позволившим установить функциональные зависимости переменных параметров системы регулирования с ДПВ от координат движения;

– способом энергосберегающего управления с нелинейной коррекцией параметров электропривода с ДПВ;

– алгоритмом оптимального управления электроприводом с ДПВ с точки зрения минимизации потерь электрической энергии в динамических режимах работы;

– способом микропроцессорного управления электроприводом с ДПВ.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определены объект и предмет исследования. Сформулирована цель и изложены задачи исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, их научная новизна, приведены основные результаты работы, изложена их теоретическая и практическая значимость.

В первой главе проведен анализ проблемы оптимизации по критерию оценки эффективности использования электроприводом электрической энергии, а также проведен обзор современных методов исследования нелинейных систем электропривода с ДПВ; проанализированы известные способы оптимального управления электроприводом с ДПВ, их преимущества и недостатки. Определены задачи диссертационного исследования, направленного на выявление функциональных связей переменных параметров двигателя с координатами движе-

ния в переходных режимах работы электропривода, исследование энергетического КПД электропривода с ДПВ и электромагнитных процессов в системе статически преобразователь – двигатель с последовательным возбуждением.

Во второй главе проведен анализ различных подходов к математическому моделированию электромагнитных динамических процессов электропривода с ДПВ, который доказывает, что моделирование объектов регулирования необходимо проводить спектральным методом расчета нелинейных нестационарных систем. Результаты моделирования электромагнитных динамических процессов показали, что электромагнитная постоянная времени переходного процесса по току двигателя, а соответственно быстродействие и энергоэффективность электропривода в переходных режимах существенно зависят от скорости двигателя, что влияет на устойчивость замкнутой системы управления.

В третьей главе проведен функциональный синтез законов оптимального управления двигателем с последовательным возбуждением по критерию минимума потерь энергии. Разработанный способ динамической нелинейной коррекции и синтезированный алгоритм оптимального управления электроприводом с ДПВ позволяют поддерживать устойчивость системы на требуемом уровне, позволяют обеспечивать независимость динамических электромагнитных процессов от скорости двигателя во всем диапазоне регулирования.

В четвертой главе осуществлена реализация разработанных автором инженерных решений на основе микроконтроллерных средств. Созданная экспериментальная установка и результаты ее работы подтвердили расчеты автора при математическом моделировании электромагнитных процессов и доказали, что разработанный способ динамической коррекции и алгоритм управления эффективно стабилизирует длительность переходных процессов по току и делает ее независимой от скорости вращения двигателя, что позволяет снизить энергопотребление и повысить энергетический КПД электропривода постоянного тока с ДПВ в рабочем диапазоне нагрузок.

Таким образом, цель – повышение энергетического КПД электроприводов с ДПВ в динамических режимах работы, поставленная в работе и задачи выявления существенных функциональных связей переменных параметров ДПВ с координатами движения в динамических режимах работы маломощного электро-

привода, решение задачи инвариантности динамических свойств ДПВ от режимов работы в диапазоне регулирования, а также исследования энергетического КПД электропривода с ДПВ для нахождения оптимальных траекторий движения в пространстве управляемых параметров, автором была достигнута.

К наиболее существенным и принципиально новым научным результатам, полученным в работе, следует отнести следующее:

1. Математическая модель электромагнитных динамических процессов в электроприводе с ДПВ.

2. Способ энергосберегающего управления ДПВ с динамической коррекцией движения обеспечивающий устойчивость системы при заданных ограничениях на координаты движения по оптимальному закону управления в диапазоне регулирования скорости двигателя.

3. Алгоритм оптимального управления электроприводом с ДПВ по критерию минимума потерь электрической энергии в динамических режимах работы.

4. Схемные решения и созданная экспериментальная установка на основе микропроцессорных средств.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением научных методов исследования, основанных на теории дифференциального интегрального исчисления, современных методов математического моделирования, динамического программирования, оптимального управления, сравнением теоретических исследований с результатами экспериментальных.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций

Результаты работы вносят значительный вклад в развитие теории и практики повышения энергетических показателей электротехнических комплексов с маломощными электроприводами на основе двигателей последовательного возбуждения. Практическая значимость проведенного исследования подтверждается актами внедрения и использования результатов разработок автора на производстве и в учебном процессе, приложенными к диссертации.

Диссертация имеет четкую структуру, текст выдержан в строгом соответствии с принятыми нормами научной стилистики, в работе правильно употреб-

ляются технические термины, рисунки выполнены с соблюдением стандартов. Основные результаты работы опубликованы в 13 научных статьях и тезисах докладов, включая 3 статьи в журналах рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в журналах, индексируемых в наукометрической системе Web of Science, 2 статьи в Scopus, а также 2 патента на изобретения.

Анализ публикаций автора позволяет утверждать, что содержание диссертации отражено в них с требуемой Положением ВАК полнотой. Основные результаты отражены в изданиях, соответствующих рекомендуемому ВАК перечню изданий для опубликования результатов кандидатских диссертаций.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Отсутствует информация о том, каким образом осуществляется контроль минимального значения тока якоря ДПВ.

2. Из текста диссертации не понятно, что подразумевается под термином «гладкое» напряжение.

3. В тексте диссертации на рисунке 3.4а не представлен блок б – блок задания скорости, о котором речь идет в пояснении.

4. В главе 4 отсутствуют ссылки на рисунки 4.2, 4.3 и 4.4, а ссылка на рисунок 4.1 не соответствует рисунку, поэтому нет возможности ознакомиться с функциональной схемой способа управления частотой вращения однофазного коллекторного двигателя с последовательной обмоткой возбуждения.

5. Не представлен сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов моделирования по энергетическим показателям предложенного способа энергосберегающего управления электропривода с ДПВ.

Заключение

Перечисленные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы и не влияют на научную значимость и полученные результаты исследования. В целом диссертация Мин Ту Аунг представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение поставленной научной задачи, имею-

щей значение для электротехнических комплексов различных отраслей промышленности и бытовой сферы. Диссертация соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатской диссертации в области технических наук, а Мин Ту Аунг заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент, заведующий кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», к.т.н., доцент

Против включения персональных данных в документы, связанные с рассмотрением диссертации Мин Ту Аунг, не возражаю.

Малышева Ольга Александровна

Подпись Малышевой / О.А. заверяю:

Начальник Отдела кадров

² Рудиченко С.В.

Ф.И.О., представившего отзыв: Малышева Ольга Александровна

Почтовый адрес организации: 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47, главный корпус ДВГУПС, ауд. 241.

Адрес электронной почты: zavkaf@festu.khv.ru

Наименование организации: ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», кафедра «Электротехника, электроника и электромеханика».

Телефон: (4212) 407-382.

Дата составления отзыва: 30.08.2019 г.