Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Бублейко Владимир Владимирович

Исследование электромеханических систем на основе статических преобразователей с улучшенными техническими показателями

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Никитина
Елена Николаевна
Проверено
17.03.2022 Зачтено Библиотека

2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент кафедры Васильченко Сергей Александрович

Рецензент кандидат технических наук, менеджер по поддержке производства, филиал АО «Талес Авионикс» Круговой Роман Николаевич

Защита состоится «11» марта 2019 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 5 марта 2022 г.

Секретарь ГЭК _____А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы – Результаты работы, полученные на основе проведённых исследований, ориентированы на снижение электропотребления электромеханическими системами постоянного тока, то есть на решение важной в настоящее время задачи сокращения потребления энергетических ресурсов. Этим определяется актуальность темы диссертационной работы.

Цель работы – Исследование электромеханических систем на основе статических преобразователей с улучшенными техническими показателями и разработка по результатам этих исследований способов управления двухмостовыми тиристорными выпрямителями, обеспечивающих снижение электропотребления электромеханическими системами.

Поставленная цель достигается за счёт увеличения коэффициета мощности регулируемых электроприводов, выполненных на основе двухмостовых управляемых выпрямителей с предлагаемыми способами поочерёдного управления вентильными комплектами и соответственно снижения потерь активной энергии от передачи реактивной.

Основные задачи магистерской диссертации:

- Обоснование целесообразности применения в электромеханических системах постоянного тока двухмостовых управляемых выпрямителй с поочерёдным управлением вентильными комплетами.

- Разработка имитационных моделей двухмостового тиристорного выпрямителя с поочерёдным двухзонным управлением тиристорными мостами и электропривода постоянного на основе этого выпрямителя.

- Разработка имитационной модели двухмостового тиристорного преобразователя с поочерёдным четырехзонным управлением вентильными группами тиристорных мостов, работающего на нагрузку с параметрами якорной цепи мощного элекропривода постоянного тока.

- Получение с использованием разработанных имитационных моделей сравнительных оценок энергетических характеристик электроприводов на основе двухмостовых выпрямителей с поочерёдным двухзонным управлени-

ем вентильными мостами, двухмостовых выпрямителей с поочерёдным четырёхзонным управлением вентильными группами и одномостовых выпрямителей с обычным фазовым управлением.

Характеристика объекта и предмета исследования – комплексы из электротехнических устройств, системы управления этими устройствами ими и энергетические характеристики этих устройств.

Характеристика методологического аппарата - при исследовании применяются основные положения электротехники, теории автоматического регулирования , силовой электроники, компьютерное моделирование.

Научная новизна магистерской диссертации – разработанные в среде MatLab имитационные модели электромеханических систем постоянного тока на базе двухмостовых тиристорных преобразователей с различными способами поочерёдного управления.

Практическая ценность магистерской диссертации

Рассмотренные в работе электромеханические системы постоянного тока на основе двухмостовых тиристорных преобразователей с различными способами поочередного управления с пониженным потреблением реактивной мощности, перспективно применять в мощных технологических установках промышленных предприятий.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы работы, направленной на снижение электропотребления электромеханическими системами, которое может быть достигнуто благодаря применению статических преобразователей с улучшенными техническими показателями.

В первой главе на основе анализа литературы показаны возможные пути увеличения энергоэффективности регулируемых электроприводов, в том числе, и благодаря снижению электропотребления используемых преобразовательных устройств.

Во второй главе рассматривается энергоэффективность применения в электроприводах постоянного тока двухмостовых выпрямителей с различными способами поочерёдного управления вентильными комплектами. С использованием разработанных имитационных моделей исследуются энергетические характеристики таких преобразователей при работе на нагрузки с параметрами якорных цепей двигателей постоянного тока.

Представлены разработанные в среде MatLab имитационные модели, предназначенные для исследования электромагнитных процессов в двухмостовых выпрямителях с двухзонным управлением вентильными мостами и четырёхзонным управлением вентильными группами. На основе анализа потребления из питающей сети мощностей преобразователями переменного напряжения в постоянное, показано, что при питании якорных обмоток регулируемых электроприводов постоянного тока от двухмостовых тиристорных преобразователей с поочерёдным двухзонным управлением последовательно включёнными тиристорными мостами и двухмостовых тиристорных преобразователей с поочерёдным четырёхзонным управлением вентильными группами этих мостов, потребление потребление реактивной мощности существенно уменьшается.

Схемы таких преобразователей приведены на рисунке 1. Графики мощностей, потребляемых ими мощностей приведены на рисунке 2.

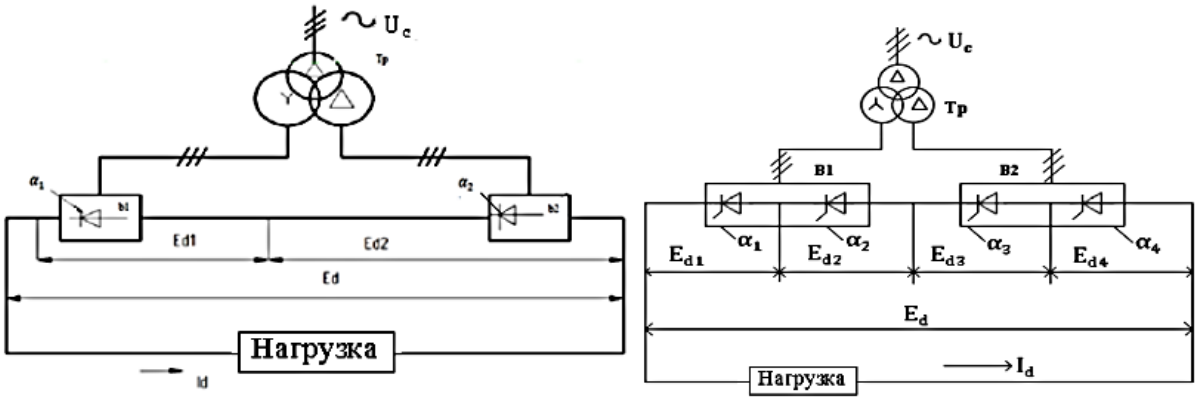

Рисунок 1 - Схемы двухмостовых преобразователей с поочередным двухзонным и четырехзонным управлением

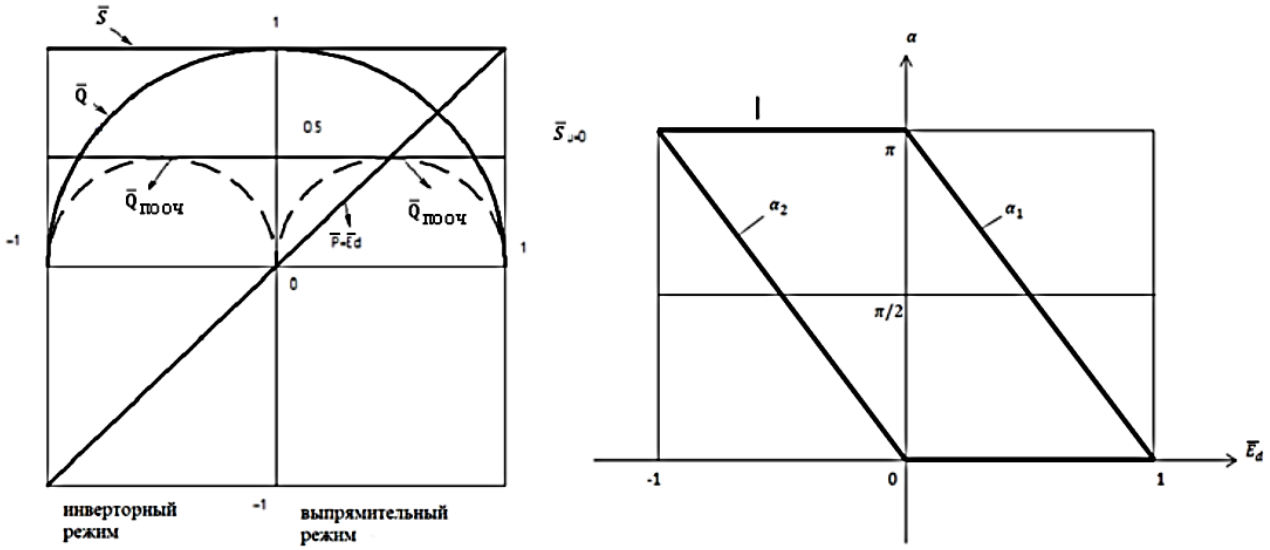

Рисунок 2 - Графики потребляемых мощностей и углов управления двухмостовых преобразователей с поочередным двухзонным управлением

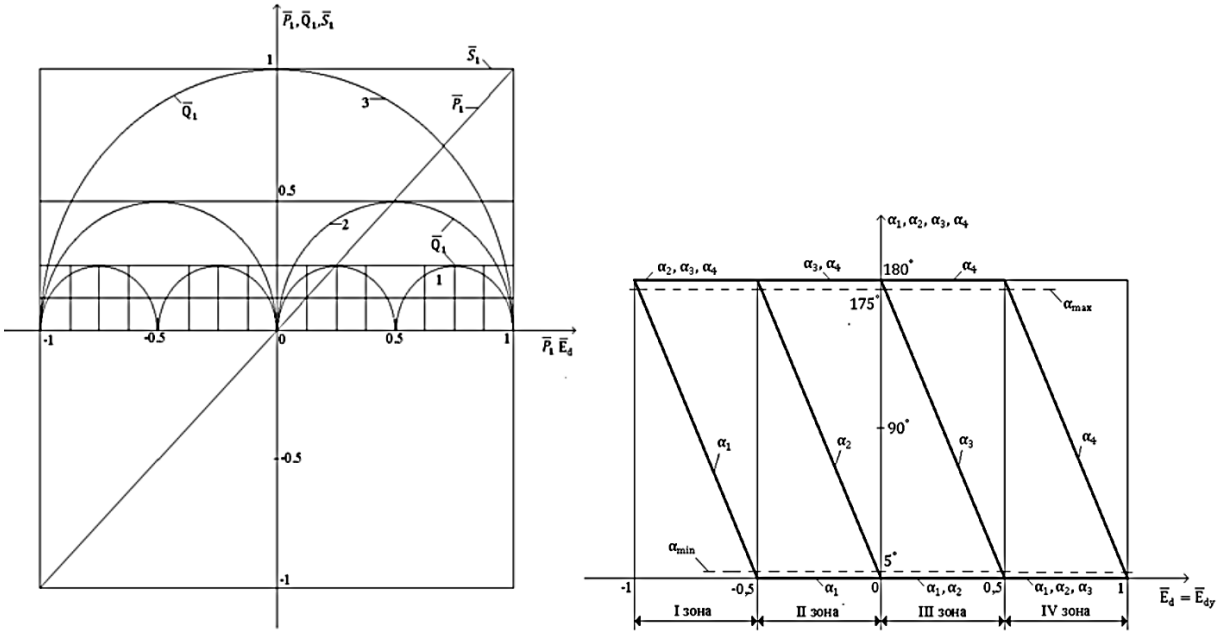

Рисунок 3 - Графики потребляемых мощностей и углов управления двухмостовых преобразователей с поочередным четырехзонным управлением

В третьей главе с применением имитационных моделей исследованы характеристики электроприводов постоянного тока на основе двухмостовых выпрямителей с различными способами поочередного управления вентильными комплектами. Исследования проводились для системы электропривода постоянного тока с номинальной мощностью электрического двигателя 1600

кВт, выполненного по структуре подчинённого регулирования. Функциональная схема такого электропривода на основе двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным двухзонным управлением мостами, представлена на рисунке 4.

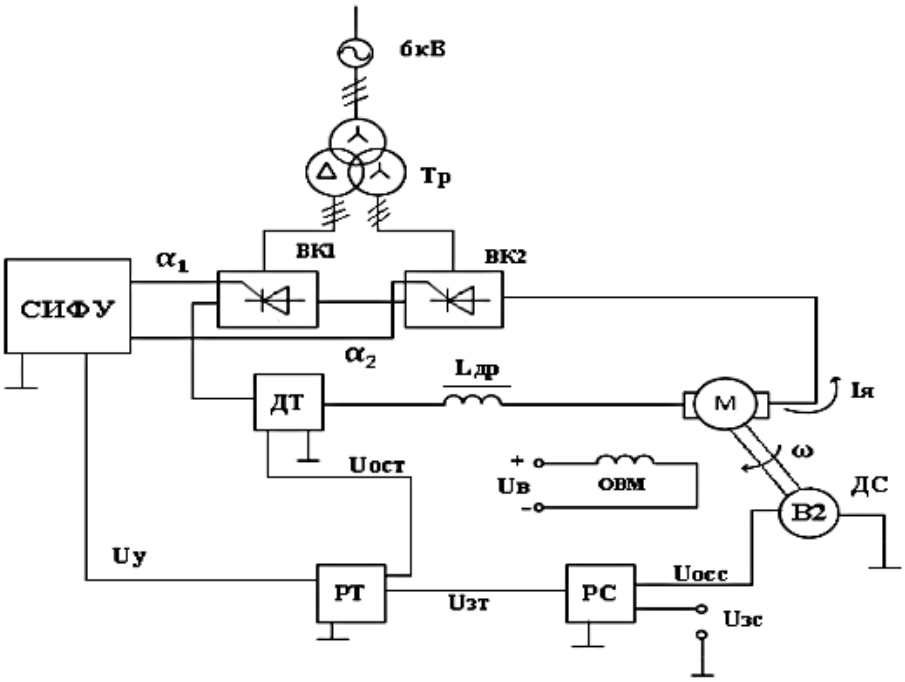

Рисунок 4 - Функциональная схема системы электропривода

Для представленной на рисунке 4 функциональной схемы разработана имитационная модель, использованная для анализа процессов и энергетических характеристик в рассматриваемой системе электропривода. С целью сравнительного анализа энергетических характеристик этой системы также разработана имитационная модель аналогичной системы, выполненная на основе одномостового тиристорного преобразователя с обычным фазовым управлением.

На рисунках 5 и 6 представлены графики энергетических харатеристик электроприводов на основе двухмостовых и одномостовых выпрямителей.

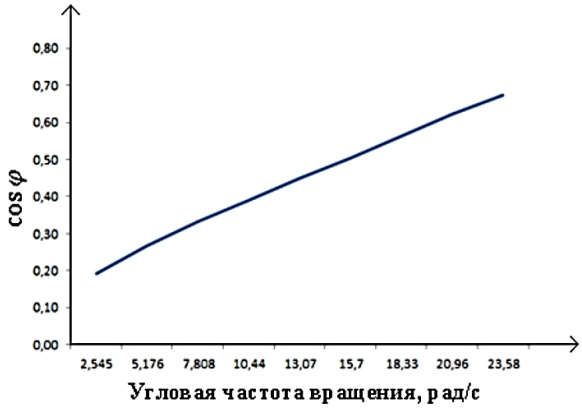

Рисунок 5 – Коэффициент мощности системы электропривода на основе двухмостового преобразователя с двухзонным управлением

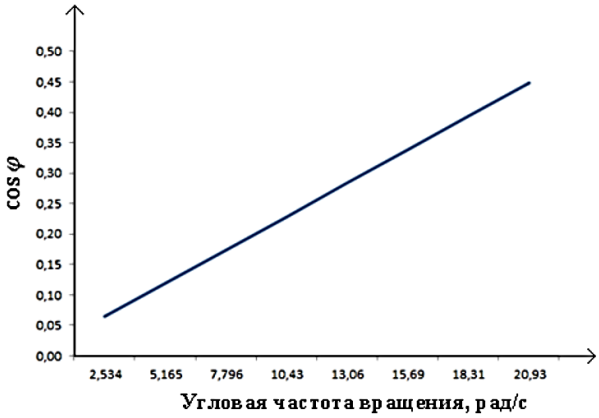

Рисунок 6 – Коэффициент мощности системы электропривода на основе одномостового преобразователя с фазовым управлением

На рисунке 7 даны графики процессов в системе электропривода номинальной мощностью 1600 кВт на основе двухмостового тиристорного преобразователя с поочерёдным двухзонным управлением тиристорными мостами. Сигнал задания скорости ступенчатый, соответствует 30% от номинальной угловой частоты вращения якоря двигателя, момент нагрузки соответствует 50 % номинального момента электрического двигателя. На рисунке в общем масштабе времени, сверху вниз представлены графики: фазных мгновенных напряжений на первичной обмотке трансформатора, В; фазных мгновенных токов, А; полной потребляемой из сети мощности, кВА; потребляемой из сети активной мощности, кВт; коэффициента мощности.

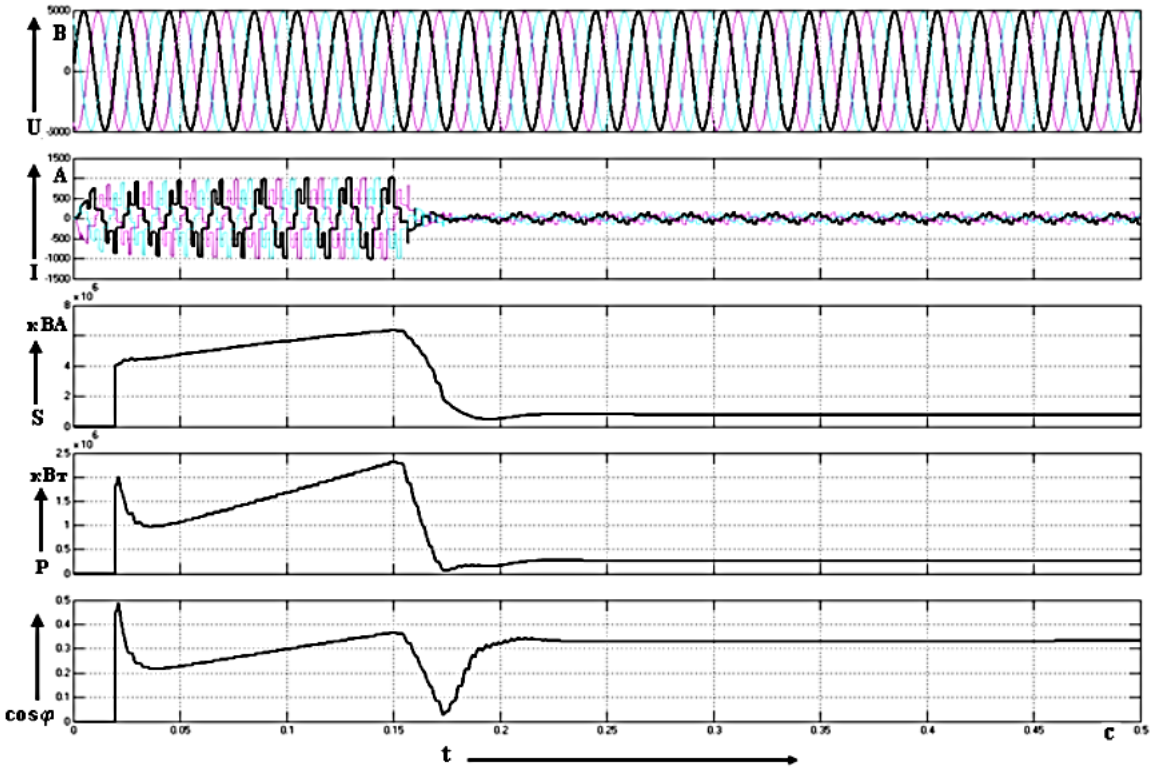

Рисунок 7 – Процессы в системе электропривода на основе двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным двухзонным управлением

Путём имитационного моделирования двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным четырёхзонным управлением вентильными группами тиристорных мостов оценены энергетические характеристики для случая, если нагрузкой выпрямителя будет якорная цепь электрического двигателя номинальной мощностью 1600 кВт, соответствующий этому график коэффициента мощности показан на рисунке 8.

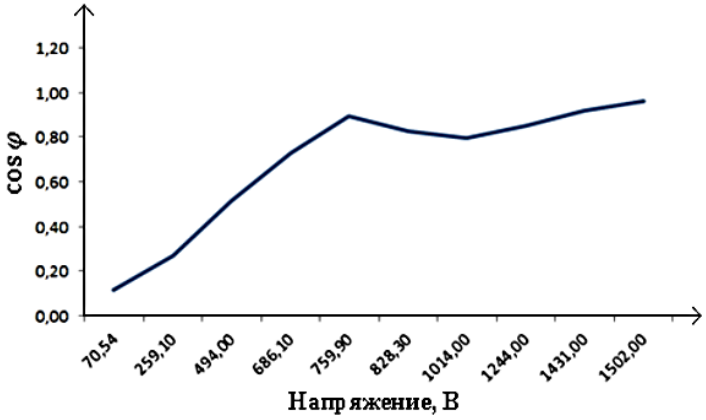

Рисунок 8 – Зависимость коэффициента мощности от напряжения на якоре двигателя

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ:

1. Разработана имитационная модель системы электропривода постоянного тока на основе двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным двухзонным управлением тиристорами мостов.

2. С использованием разработанной модели системы электропривода постоянного тока номинальной мощностью 1600 кВт на основе двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным двухзонным управлением показано, что максимум потребления из сети реактивной мощности при использовании двухмостового преобразователя с двухзонным поочередным управлением будет примерно в 1,27 раза меньше, а значение коэффициента мощности в середине диапазона регулирования выпрямленного напряжения будет примерно в 1,47 раза больше, чем при использовании обычного одномостового тиристорного преобразователя.

3. Разработана имитационная модель двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным четырехзонным управлением тиристорами вентильных групп мостов, предназначенного для питания системы электропривода постоянного тока.

4. С использованием разработанной модели двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным четырехзонным управлением тиристорами вентильных групп мостов показано, что коэффициент мощности при питании активно-индуктивных нагрузок, например якорных цепей электрических двигателей постоянного тока номинальной мощностью 1600 кВт, в середине диапазона регулирования скорости при использовании двухмостового тиристорного преобразователя с поочередным четырехзонным управлением больше, чем при использовании двухмостового преобразователя с двухзонным управлением в 1,43 раза, и больше, чем при использовании одномостового преобразователя в 2,23 раза.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1 Бублейко, В. В. Управляемый выпрямитель с пониженным потреблением реактивной мощности / В.В. Бублейко, С.А. Васильченко // В сб. Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы III Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 06-10 апреля 2020 г. : в 3 ч.– Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. – Ч. 1. –202-204 с.

2 Васильченко, С.А. Двухмостовой тиристорный выпрямитель с четырехзонным регулированием выходного напряжения / С.А. Васильченко, В.В. Бублейко // В сб. Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы V Международной научно-практической конференции Комсомольск-на-Амуре, 6-11 декабря 2021 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. – 6-9 с.