

О Т З Ы В

официального оппонента д.т.н. Корнева Александра Сергеевича, профессора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» на диссертационную работу Сорокина Дмитрия Александровича «Разработка трехфазного преобразователя переменного тока в постоянный с коррекцией входного тока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Актуальность темы диссертации

Трехфазные выпрямительные устройства являются неотъемлемой частью большинства электротехнических систем и комплексов. Развитие полупроводниковой элементной базы в совокупности с микропроцессорной техникой позволяет в трехфазных выпрямительных устройствах реализовать значительное количество новых функциональных возможностей. В настоящее время существующие схемные решения, помимо выпрямительных функций, осуществляют стабилизацию выходного напряжения, обеспечивают заданный уровень пульсаций и поддерживают требуемый гармонический состав потребляемых фазных токов. Поэтому, дальнейшее стремление в поисках новых схемотехнических решений, позволяющих повысить эффективность и расширить функциональные возможности преобразователей, следует считать оправданным и необходимым.

Поскольку, в рассматриваемой работе ставится цель в разработке трехфазного преобразователя с низким уровнем показателей потерь мощности и с высокими требованиями к качеству потребляемых токов, то актуальность выбранной тематики сомнений не вызывает.

Диссертационная работа Сорокина Д. А. состоит из 176 страниц, включая 60 рисунков и 24 таблицы, структурно разделена на: введение, пять глав, заключение, список литературы из 67 наименований и два приложения.

Во **введении** дается обоснование актуальности темы диссертационной работы, определены ее цели и задачи, представлены сведения о научной новизне, практической ценности и положениях, выносимых на защиту.

В **первой главе** проведен анализ существующих схемотехнических решений трехфазных преобразователей переменного тока в постоянный на основе схем замещения, учитывающих особенности принципа действия рас-

смаатриваемого класса устройств. Определены классифицирующие признаки трехфазных преобразователей повышающего типа, которые позволили синтезировать новое схмотехническое решение, с повышенным КПД и коэффициентом мощности.

Вторая глава посвящена математическому описанию синтезированного трехфазного преобразователя переменного тока в постоянный. Созданы математические модели, как трехфазного преобразователя повышающего типа, так и системы управления, позволяющие исследовать и анализировать электромагнитные процессы на стадии проектирования.

В третьей главе предложены аналитические выражения для определения параметров реактивных элементов, а также способ расчета аналитических и динамических потерь в полупроводниковых приборах посредством перехода от переключающих функций к непрерывным усредненным. Получена функция огибающей размах пульсаций фазного тока с ограничением амплитудного максимума.

Четвёртая глава диссертационной работы посвящена компьютерному моделированию посредством разработанных имитационных моделей в программной среде Matlab-Simulink. Предложен алгоритм определения коэффициентов системы управления с учетом ограничения среднего геометрического значения максимальных величин переключающих функций, при которых коэффициент гармонических составляющих потребляемого фазного тока принимает минимальное значение для заданного коэффициента мощности.

В пятой главе представлены экспериментальные исследования макетного образца разработанного трехфазного преобразователя. В результате проведенных и сопоставленных натуральных и компьютерных экспериментов, подтверждены основные положения диссертационной работы с последующими практическими рекомендациями. Результаты работы использованы при разработке рекуператора мощности РМ90 УХЛ4 ТКРМ90.000.000.00, предназначенного для проведения приемо-сдаточных испытаний преобразователей собственных нужд электровазов, пассажирских вагонов и электропоездов постоянного и переменного токов.

В заключении формулируются основные результаты диссертационной работы.

Автореферат диссертации объемом 24 страницы соответствует основному содержанию работы.

Научная новизна положений, выводов, исследований и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, заключается в следующем:

- предложен оригинальный способ исследования схемотехнических решений трехфазных преобразователей переменного тока в постоянный повышающего типа, практическое применение которого существенно снижает необходимое количество исследуемых схем замещения и соответственно сокращает время на проведение сопоставительного анализа рассматриваемых устройств;

- получены оригинальные математические модели силовой схемы и системы управления разработанного трехфазного преобразователя, обеспечивающие эффективное исследование электромагнитных процессов при проектировании рассматриваемого устройства;

- на базе ограничения среднего геометрического значения максимальных величин переключающих функций предложены аналитические критерии поиска коэффициентов усилителей ошибки системы управления, при которых коэффициент гармонических составляющих фазного тока принимает минимальное значение для заданного коэффициента мощности преобразователя;

- разработан алгоритм расчета статических и динамических потерь в полупроводниковых приборах рассматриваемого трехфазного преобразователя посредством перехода от переключающих функций к усредненным, что позволило линеаризовать математическую модель силовой схемы и системы управления.

Практическая ценность работы.

- разработано новое схемотехническое решение трёхфазного преобразователя переменного тока в постоянный повышающего типа, которое позволило улучшить энергетическую эффективность устройства за счет снижения потерь мощности в полупроводниковых приборах на 7-11 % по сравнению с известными аналогами. Приоритет предложенной силовой схемы защищен патентом №192844 от 18.07.2018;

- предложена система управления трехфазного преобразователя переменного тока в постоянный, которая обеспечивает форму входных фазных токов близкую к синусоидальной, при которой величина реактивной мощности, потребляемой из сети, стремится к нулю;

- разработан алгоритм определения коэффициентов усилителей ошибки системы управления, который обеспечивает снижение в 2-2,5 раза времени поиска требуемых значений с погрешностью до 10 %;

- предложен эффективный способ расчета трехфазного преобразователя, который позволяет комплексно определить, как параметры реактивных элементов и полупроводниковых приборов предложенной силовой схемы, так и коэффициенты усилителей ошибки разработанной системы управления.

Достоверность полученных результатов подтверждена экспериментальными исследованиями на макетных образцах в сопоставлении с результатами имитационного компьютерного моделирования.

Диссертационная работа прошла апробацию на всероссийских и международных научно-технических и научно-практических конференциях. Автором опубликовано 15 научно-технических статей, из которых 5 в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России и 4 в журналах, входящих в международную систему цитирования Scopus.

В качестве замечаний по диссертационной работе следует отнести:

1. Не обоснованы признаки выбора количественного состава полупроводниковых приборов, через которые одновременно может протекать силовой ток.

2. При описании функционирования трехфазного преобразователя отсутствуют эпюры сигналов управления полупроводниковыми ключами, что затрудняет анализ протекающих процессов в силовой схеме при коммутациях.

3. Не раскрыты критерии выбора шага интегрирования при компьютерном моделировании электромагнитных процессов в разработанном трехфазном преобразователе.

4. Неясно, почему автор пренебрегает выявлением оптимальных значений коэффициентов усилителей ошибки, а определяет только их граничные значения.

5. В диссертационной работе обнаружены терминологические и стилистические неточности и ошибки.

Указанные замечания, однако, не снижают значимости научных и практических результатов диссертационной работы Сорокина Д. А.

Заключение

По новизне, актуальности, научной ценности и значимости, как в научных так и в практических результатах, диссертационная работа Сорокина Д. А. на тему «Разработка трехфазного преобразователя переменного тока в постоянный с коррекцией входного тока» удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», а ее автор – Сорокин Дмитрий Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Профессор, д. т. н.

14.10.2020

Корнев А. С.

Подпись Корнева А. С. заверяю:

Должность *исполняющий*
заведующий
М.П.



Ф. И. О.

Иванов И. В.