

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

доктор технических наук, профессор

Анатолий Андреевич Батаев



06 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Диссертация «Способы повышения энергетической эффективности активных силовых фильтров» выполнена на кафедре Электроники и электротехники.

В период подготовки диссертации соискатель Токарев Вадим Геннадьевич с 2014 года и по настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» в должности старшего преподавателя. В 2019 г. Токарев В.Г. окончил очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по направлению 13.06.01 – «Электро- и теплотехника» (профиль: Силовая электроника), присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь», выдан диплом об окончании аспирантуры, нормативный период обучения с 01.09.2015 по 31.08.2019 г.

В 1991 г. Токарев В.Г. окончил очное обучение в Новосибирском электротехническом институте по специальности 0705 – «Конструирование и производство радиоаппаратуры», присвоена квалификация инженер-конструктор-технолог радиоаппаратуры.

Справки о сдаче кандидатских экзаменов № 439 выдана в 2019 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Брованов Сергей Викторович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», должность проректор по научной работе.

По итогам обсуждения принято следующее заключение (выписка из протокола расширенного заседания кафедры Электроники и электротехники):

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Ежегодное производство электроэнергии в России составляет более 1 тр. кВт/ч, при этом, потери в сетях достигают 10% от всей произведенной электроэнергии.

Значительная часть потребителей электроэнергии - это предприятия по добычи полезных ископаемых, обрабатывающие производства, транспорт, работающие в сетях 6-10 кВ и являющиеся источниками реактивной мощности и мощности искажений, что является одной из причин потерь в сетях.

Мощность единицы оборудования таких потребителей может достигать нескольких мегаватт, поэтому для компенсации вносимых ими искажений требуется применение активных силовых фильтров (АСФ) повышенной мощности, что достигается применением многоуровневых полупроводниковых преобразователей в параллельном включении, но возникающие при этом циркуляционные токи снижают энергоэффективность самого АСФ.

В этой связи, работа соискателя, направленная на улучшение энергетической эффективности АСФ, реализованного на трехфазных многоуровневых полупроводниковых преобразователях включенных параллельно, является актуальной.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Автор принимал непосредственное участие в исследовании протекания электромагнитных процессов в многоуровневых полупроводниковых преобразователях, в разработке алгоритмов управления для АСФ, создании экспериментальной установки – прототипа АСФ, экспериментальных исследованиях, а также в анализе полученных результатов.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы и достоверны. Теоретические решения и экспериментальные данные, полученные в работе, не противоречат известным положениям науки, базируются на строго доказанных выводах и согласуются с ранее полученными результатами.

4. Новизна и практическая значимость результатов проведенных исследований

Научная новизна состоит в следующем:

1. Предложен алгоритм векторной ШИМ для двух трехуровневых полупроводниковых преобразователей в параллельном включении,

позволяющий снизить циркуляционные токи и улучшить гармонический состав формируемого фазного тока.

2. Предложен алгоритм, повышающий эффективность компенсации параллельным активным силовым фильтром высших гармоник тока в установившемся режиме работы.

3. Разработана методика вычисления коэффициента гармоник сетевого тока, позволяющая проводить вычисления в реальном времени на микроконтроллерах, не имеющих аппаратной поддержки функций цифровой обработки сигналов.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

Предложенные в диссертационной работе алгоритмы управления активным силовым фильтром на базе инверторов напряжения в параллельном включении, алгоритмы управления преобразователем на базе трехфазного трехуровневого инвертора напряжения и имитационные модели использовались при выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в ООО «Системы постоянного тока».

5. Ценность научных работ соискателя

Предложенная в диссертации методика оценки коэффициента гармоник фазного тока может быть использована при разработке различных устройств силовой электроники, в случае необходимости контроля коэффициента гармоник тока в реальном времени.

6. Научная специальность, которой соответствует диссертация

Выполненная диссертация Токарева Вадима Геннадьевича «Способы повышения энергетической эффективности активных силовых фильтров» соответствуют паспорту специальности 05.09.12 «Силовая электроника»:

– формуле паспорта специальности, так как в диссертации рассматриваются вопросы «повышения энергетической эффективности активного силового фильтра, реализованного на трехфазных многоуровневых полупроводниковых преобразователях включенных параллельно»;

– областям исследования паспорта специальности, в частности:

1) пункту 2 «Теоретический анализ и экспериментальные исследования процессов преобразования (выпрямления, инвертирования, импульсного, частотного и фазочастотного регулирования и т.п.) в устройствах силовой электроники с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик»;

2) пункту 3 «Оптимизация преобразователей, их отдельных, функциональных узлов и элементов»;

3) пункту 4 «Математическое и схемотехническое моделирование преобразовательных устройств».

4) пункту 5 «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих адекватное отражение в моделях физической сущности электромагнитных процессов и законов функционирования устройств силовой электроники».

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах опубликованных соискателем

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 10 научных работах, из них работ, опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК) – 3, а также работ в научных изданиях, индексируемых базами *Scopus* и/или *Web of Science* – 1; патентов на полезную модель – 1, свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ – 3.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены:

В работах, опубликованных в **рецензируемых научных изданиях (из перечня ВАК)**:

1. Токарев, В.Г. Векторная ШИМ для снижения циркуляционных токов в параллельно включенных трехуровневых преобразователях / В. Г. Токарев, С. В. Брованов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. - 2020. – Т. 20, № 1. – С. 94–104. - DOI: DOI:10.14529/power200111;

2. Токарев, В.Г. Методика вычисления коэффициента гармоник сетевого тока в трехфазной сети / В.Г. Токарев, С.В. Брованов, М.А. Дыбко // Доклады ТУСУР. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 116–121. DOI: 10.21293/1818-0442-2020-23-2-116-121;

3. Токарев, В. Г. Улучшение синхронизации параллельного активного силового фильтра с питающей сетью / В. Г. Токарев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 101–108. – DOI: 10.14529/power180411.

В полученном патенте на полезную модель:

4. Трехфазный активный силовой фильтр: п.м. RU175601U1
Российская Федерация : МПК Н02J 3/26 / В.Г. Токарев, С.В. Брованов, В.А. Колесников, Д.Г. Метальников; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Системы Постоянного Тока" .- №2017108954; заяв. 17.03.2017; опубл. 12.12.2017; Бюл. № 35;

В свидетельствах о регистрации программы для ЭВМ:

5. Программа оценки ожидаемого тока нагрузки через заданный интервал времени для системы управления активным силовым фильтром: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2016618931 /В.Г.Токарев, С.В.Брованов; Заявитель и правообладатель ФГБУ ВО Новосибирский государственный технический университет. - №2016661505, заяв. 19.08.2016; зарег. 20.11.2016;

6. Программа управления активным силовым фильтром на базе параллельных инверторов напряжения: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2017618611 / М.А.Дыбко, С.В. Брованов, В.Г.Токарев, А.С.Семягин; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Системы Постоянного Тока" .- №2017615407; заяв. 06.06.2017; зарег. 04.08.2017;

7. Программа управления активным силовым фильтром на базе трехфазного трехуровневого инвертора напряжения: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2017619343/ М.А.Дыбко, С.В. Брованов, В.Г.Токарев, Д.В.Панфилов; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Системы Постоянного Тока" .- №2017614431; заяв. 15.05.2017; зарег. 24.08.2017;

Научные результаты диссертации отражены также в следующих научных изданиях:

Изданиях, индексируемых базами Scopus и/или Web of Science:

8. Improving the active power filter performance with a prediction-based control method / V. G. Tokarev, S. V. Brovanov, A. A. Yakimenko, A. V. Sidorenko, D. Solovev // The 17 international conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices, EDM 2016 : proc., Altai, Erlagol, 30 June – 4 July 2016. – Novosibirsk : NSTU, 2016. – P. 577-582. - ISBN 978-5-94301-628-8 . - DOI: 10.1109/EDM.2016.7538802;

В прочих работах по теме диссертации:

9. Имитационная и экспериментальная верификация прогнозирующего алгоритма управления активным силовым фильтром /

В.Г.Токарев, С.В.Брованов, М.А.Дыбко, А.В.Удовиченко // Труды международной семнадцатой научно-технической конференции «Электроприводы переменного тока», [г. Екатеринбург], 26-30 марта 2018 г. — Екатеринбург : [УрФУ], 2018. — С. 28-33;

10. Оценка энергетической эффективности активных силовых фильтров на базе параллельных многоуровневых преобразователей / М.А. Дыбко, В. Г. Токарев, С. В. Брованов, С.А. Харитонов // Труды 16-й международной конференции "Актуальные проблемы электронного приборостроения " г. Новосибирск 2-6 октября 2018 г.

Результаты диссертационных исследований **доклаживались на научных конференциях, форумах:**

1. 17-ая Международные конференции молодых специалистов по микро/нанотехнологиям и электронным приборам (EDM 2016 г.), Новосибирский государственный технический университет, Эрлагол;

2. Семнадцатой научно-технической конференции «Электроприводы переменного тока», г. Екатеринбург, 26-30 марта 2018 г.;

3. 16-й Международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения» (АПЭП 2018), Новосибирск.

Личный вклад соискателя в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60 % и состоит в подготовке и проведении исследований реальных объектов, анализе полученных результатов, разработке имитационных моделей и др., совокупный процент вклада соискателя в перечисленных опубликованных работах составляет не менее 75 %.

8. Общее заключение

Диссертация соответствует требованиям установленным в пп. 9 - 14 Положения «О присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским (докторским) диссертациям и является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация «Способы повышения энергетической эффективности активных силовых фильтров» Токарева Вадима Геннадьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры Электроники и электротехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Присутствовало на заседании 23 чел, в том числе 4 докторов технических наук, 3 кандидата технических наук.

Результаты голосования: "за" – 23 чел., "против" – 0 чел., "воздержалось" – 0 чел., протокол расширенного заседания кафедры Электроники и электротехники № 7 от 04.06 2021 г.

Председатель расширенного заседания кафедры Электроники и электротехники:

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой электроники и электротехники

Сергей Александрович Харитонов

Секретарь расширенного заседания кафедры Электроники и электротехники:

ученый секретарь кафедры Электроники и электротехники

Наталья Ивановна Нефедова

Подписи С.А. Харитонова и Н.И. Нефедовой заверяю.

Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

Ольга Константиновна Пустовалова

