

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,
профессора Томашевского Юрия Болеславовича
на диссертационную работу Лонзингера Петра Владимировича
«Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным
управлением», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника

Актуальность темы диссертационного исследования

Современное развитие электроэнергетики характеризуется широким использованием силовых полупроводниковых выпрямителей, в связи с чем вопросы обеспечения и дальнейшего повышения их энергетической эффективности являются актуальными. Перспективным направлением их решения является применение устройств силовой электроники, выполненных на полностью управляемых силовых ключах, у которых протекающий поток мощности регулируется посредством широтно-импульсной модуляции. Использование последних как инструмента улучшения характеристик традиционных выпрямительных агрегатов, выполненных на основе неуправляемых ключей, приобретают большую значимость.

Применяемые на многих промышленных предприятиях выпрямительные агрегаты большой мощности требуют решения задач управления режимом работы нагрузки постоянного тока, компенсации потребляемой ими реактивной мощности и обеспечения соответствия показателей качества электроэнергии установленным нормам. Указанные задачи могут быть решены с применением множества подходов, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Одним из них является векторное управление выпрямительными агрегатами с исполнением их силовой схемы в компенсированном варианте. Важным достоинством указанного подхода, отличающего его от остальных, является то, что при увеличении глубины регулирования не происходит увеличение потребляемой выпрямительным агрегатом реактивной мощности.

На этом основании считаю, что диссертационная работа Лонзингера Петра Владимировича, посвященная исследованию характеристик и повышению энергетической эффективности компенсированных выпрямительных агрегатов с векторным управлением, является актуальной и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к темам диссертационных исследований на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором проведен подробный и полный анализ существующих и перспективных способов управления режимами работы мощных выпрямительных агрегатов, на основе которого показана целесообразность применения векторного управления.

В ходе диссертационного исследования получен ряд результатов, имеющих научную новизну. Наиболее важными из них являются:

- способ управления многофазным выпрямительным агрегатом, реализуемый устройством векторного управления, состоящим из двух преобразователей с ШИМ и питанием от дополнительной обмотки преобразовательного трансформатора;

- теоретические положения квазиустановившихся электромагнитных процессов, на базе которых рассчитаны внешние и энергетические характеристики компенсированных преобразователей с векторным управлением;

- подход к нахождению параметров Г-образных фильтров с учетом специфики квазиустановившихся электромагнитных процессов в устройстве векторного управления;

- характеристики переходных процессов в компенсированных выпрямителях с векторным управлением, регулирование режима работы которых осуществляется в замкнутой системе управления с ПИ-регулятором.

Положения, выносимые на защиту, обладают научной новизной и обеспечивают полное представление о проведенных автором в рамках диссертационной работы исследованиях и полученных результатах.

Значимой является разработанная математическая модель компенсированного выпрямителя с векторным управлением в квазиустановившемся режиме. Она позволяет учесть влияния потока мощности на статические характеристики исследуемого преобразователя.

Оригинальной также является компьютерная модель, имитирующая компенсированный выпрямитель с векторным управлением как замкнутую систему управления на основе ПИ-регулятора, отличающаяся наличием обратной связи по току питающей сети. Проведенные на ее основе исследования переходных процессов в замкнутой системе управления двенадцатифазным выпрямителем с векторным управлением позволили определить границы устойчивости протекания переходного процесса и сформулировать практические рекомендации по выбору параметров ПИ-регулятора, а также уточнению выбора параметров силовых элементов выпрямителя.

Обоснованность выводов и рекомендаций однозначно определяется тем, что результаты экспериментов качественно соответствуют результатам теоретических исследований и компьютерного моделирования.

Следует отметить, что на результаты диссертации используются при разработке вариантов реконструкции преобразовательной подстанции Электролизного цеха ПАО «Челябинский цинковый завод».

С учетом вышеизложенного считаю необходимым отметить, что обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов, представленных в диссертационной работе Лонзингера П.В., не вызывает сомнений.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждена строгостью и последовательностью проведенного математического анализа, обоснованностью предварительных допущений, компьютерным моделированием, а также вычислительными экспериментами и практическим применением результатов диссертационной работы, что отражено в соответствующих документах.

В процессе диссертационного исследования автором был корректно применен математический аппарат, положения теории электрических цепей и теории управления. Математические расчеты автоматизированы при помощи программного пакета Mathcad. Автором применены методы математического моделирования, программная среда MATLAB/Simulink.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы Лонзингера П.В. не вызывает сомнений, так как их органичное сочетание является основой для практической реализации компенсированных выпрямителей с векторным управлением, позволяющим регулировать их режимы без увеличения потребляемой из сети реактивной мощности.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности

Диссертационная работа изложена грамотно, автор обосновывает все теоретические выкладки и подтверждает полученные результаты модельными и физическими экспериментами. Автореферат диссертации Лонзингера П.В. соответствует диссертационной работе по цели, задачам исследования, основным положениям, актуальности, научной и практической значимости, новизне и достоверности. Исследования, приведенные в диссертационной работе Лонзингера П.В., соответствуют формуле и области исследования пп. 2, 4 и 5 в паспорте специальности 05.09.12 – Силовая электроника.

Основные результаты опубликованы в 10 печатных трудах, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получен патент на изобретение.

Опубликованные автором работы соответствуют содержанию диссертации. В полном объеме работа докладывалась и обсуждалась на научно-технических семинарах кафедр, международных и всероссийских конференциях.

Диссертационная работа Лонзингера Петра Владимировича выполнена на 200 страницах машинописного текста и содержит введение, пять глав, заключение и три приложения. В работе присутствует 104 рисунка и 11 таблиц. Список литературы содержит 118 наименований.

Работа содержит все необходимые элементы законченной научной работы: обоснование актуальности темы на основании анализа литературы; выбор инструментов теоретического и экспериментального исследования; анализ применения компенсированных выпрямителей с векторным управлением для решения задач повышения энергетической эффективности процесса выпрямления; рекомендации для сопоставления различных схем

компенсированных выпрямителей с векторным управлением и определения рабочей точки режима нагрузки; описание схемы выпрямительного агрегата, в котором устройство векторного управления получает питание от дополнительной обмотки преобразовательного трансформатора; компьютерная модель, позволяющая исследовать переходные процессы в замкнутой системе управления двенадцатифазным выпрямителем с векторным управлением; результаты физического моделирования для двух- и двенадцатифазного выпрямителей с векторным управлением.

Полученные Лонзингером П.В. в результате исследований методики, способы и рекомендации следует применять на предприятиях электротехнической промышленности, ориентированных на разработку и выпуск компенсированных выпрямителей с векторным управлением, а также в вузах соответствующего профиля для подготовки специалистов в области силовой электроники, электроэнергетики и электротехники.

Все это позволяет сделать вывод о завершенности данной работы.

Замечания и дискуссионные положения по диссертационной работе

1. В выводах по главе 1 говорится о целесообразности сочетания дискретного и плавного способов регулирования при осуществлении векторного управления компенсированным выпрямителем. Однако в работе отсутствует анализ этого подхода, а именно как применение дискретного способа регулирования, в частности, РПН, в дополнение к векторному управлению скажется на характеристиках выпрямителя?

2. В главе 2 отсутствует обоснование того, почему для исследований электромагнитных процессов и характеристик многофазного выпрямителя выбрана схема двенадцатифазного выпрямителя.

3. При проведении гармонического анализа в работе отсутствует обоснование выбора порядка учитываемых высших гармоник. В главе 2 на рисунках 2.28 и 2.32 - до 50-й, в главе 3 на рисунке 3.7 до 85-й, а на рисунке 3.9 до 100-й. Хотя в ГОСТе 32144-2013, который приводится автором в обзоре, рекомендуется при оценке гармонических составляющих напряжения использовать диапазон до 40-й.

4. При описании экспериментальных исследований в главе 5 неясно, чем обусловлено применение индукционного регулятора при осуществлении физического моделирования двенадцатифазного компенсированного выпрямителя.

5. При оформлении текста и графического материала автор допустил ряд неточностей. В тексте имеются опечатки (с.27 – «бурой» вместо «буровой», с.46, 4-я строка снизу пропущено слово «процессов», с.48, 13-я строка сверху два раза напечатано слово «отсутствует», с.84, 8-я строка сверху «проводниковых» вместо «полупроводниковых», с.119, 3-я строка сверху «пользоваться» вместо «использовать» и др.). Отсутствуют подрисовочные подписи следующих рисунков 2.4-2.17, 2.26-2.38, 3.8, 3.13, 3.18, 5.1, 5.2, 5.4-5.6. В главе 4 рисунок 4.13 имеет слишком маленький размер для того объема информации, который на нем представлен.

Заключение по диссертационной работе

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, ее высокий научный уровень и значимость полученных результатов. Диссертация Лонзингера П.В. в целом представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научной задачи повышения энергетической эффективности компенсированных выпрямительных агрегатов с векторным управлением. Полученные автором научные положения и результаты подтверждены и обоснованы.

Представленная диссертационная работа на тему «Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным управлением» по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости результатов, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук согласно пункту 9 Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Лонзингер Петр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника.

Официальный оппонент, доктор
технических наук, профессор

Томашевский Ю. Б.

Томашевский Юрий Болеславович,
Почтовый адрес: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Контактный телефон: (8452) 99-88-43
Адрес электронной почты: yurytomash@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Институт электронной техники и машиностроения, профессор кафедры «Электронные приборы и системотехника»

Докторская диссертация защищена по специальности 05.09.03 –
Электротехнические комплексы и системы

27.09.2019

Подпись Томашевского Ю.Б.

«заверяю»

Ученый секретарь ученого совета
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А., к.ф.-м.н., доц.



О.А. Салтыкова