

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента**

доктора технических наук, доцента Чивенкова Александра Ивановича  
на диссертационную работу Шадрикова Тимофея Евгеньевича  
«МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ И  
КОМПОНЕНТОВ ЛОКАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

### **1. Актуальность темы диссертации**

На современном этапе развития энергетики роль силовой электроники становится ведущей, что объясняется неуклонным улучшением параметров полупроводниковых приборов, позволяющих за счёт повышения их рабочей частоты и предельно допустимых величин коммутируемых напряжений и токов при одновременном снижении стоимости. Использование переменных токов и напряжений с частотами, достигающими десятков и сотен килогерц постоянно расширяется. В качестве примеров можно привести: современные сварочные и лазерные установки; установки индукционного нагрева; оборудование обработки пищевых, биологических и композиционных материалов переменными электромагнитными полями, установки сепарации сыпучих мелкодисперсных материалов, повышения сыпучести материалов при погрузочных и разгрузочных работах многотоннажного транспорта и т.д. Автором определено прикладное направление – устройства электротепловой обработки бетонных и железобетонных изделий токами повышенной частоты.

Решение задач по разработке современных высокоэффективных электротехнических комплексов оборудования повышенной частоты требует определения новых методик расчёта параметров и характеристик их узлов и компонентов. С этой точки зрения требуется объединение знаний специалистов различных направлений деятельности: энергетики и электроснабжения;

силовой электроники; вычислительной и микропроцессорной техники; систем контроля и измерения, работников научно-исследовательских, проектных, учебных и производственных организаций.

В данном аспекте тему диссертационной работы Шадрикова Тимофея Евгеньевича «Методики расчета установившихся режимов и компонентов локальных электротехнических комплексов повышенной частоты» следует считать актуальной.

## **2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов**

Научная новизна диссертации заключается в разработке методики электрического расчета установившихся режимов работы электротехнических комплексов повышенной частоты, численно-аналитической методики электротеплового расчета характеристик высоковольтной кабельной линии повышенной частоты, методики определения показателей эффективности ЭТКПЧ.

## **3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений**

Приведенные в диссертации положения и заключения вполне обоснованы последовательно выстроенным анализом существующих способов и средств регулирования параметров напряжения повышенной частоты с использованием импульсных преобразователей, логическим решением построения ЭТКПЧ и его функциональности. Достоверность приведенных в диссертации положений и заключений определяется корректностью использования основных законов электротехники, апробированных методов компьютерного моделирования электротехнических комплексов и результатами лабораторных, а также эксплуатационных испытаний. Новизна технических решений подтверждена свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### **4. Научная значимость результатов диссертации**

Научная значимость результатов диссертации заключается в следующем.

1) Методика электрического расчета установившихся режимов работы ЭТКПЧ на основе метода частотного анализа с использованием разложения Фурье позволяет учесть параметры узлов и элементов при изменении частот формируемых напряжений.

2) Разработана численно-аналитическая методика электротеплового расчета характеристик высоковольтного силового кабеля в электропередаче с повышенной частотой рабочего напряжения, основанная на использовании дифференциального уравнения теплового переноса, позволяющая проводить исследования с изменяемыми теплофизическими параметрами материалов.

3) Предложена уточненная методика расчета конструктивных параметров и параметров схемы замещения высоковольтных силовых трансформаторов повышенной частоты ЭТКПЧ.

#### **5. Практическая значимость результатов работы**

Практическая значимость результатов работы заключается в законченности исследований и применении результатов при изготовлении, монтаже и испытаниях действующего макета ЭТКПЧ, в использовании результатов при испытаниях в промышленных эксплуатационных условиях ОАО «Ивановская домостроительная компания» (г. Иваново).

#### **6. Заключение о соответствии диссертации установленным критериям**

Диссертация Шадрикова Тимофея Евгеньевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, полностью отвечает принципам соответствия, установленным требованиям п.9 Положения о

присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842.

Декларируемая диссертантом цель работы – разработка методик расчета установившихся режимов работы и компонентов ЭТКПЧ - полностью реализована в проведенных исследованиях и отражена в полученных результатах.

Автореферат диссертации Шадрикова Т.Е. соответствует диссертационной работе по всем квалифицируемым признакам, а именно: по цели, задачам и основным положениям, определениям актуальности, новизны и достоверности, научной и практической значимости и др.

Оппонент подтверждает, что результаты, полученные Шадриковым Т.Е., опубликованы в печати в течение последних трёх лет и с исчерпывающей полнотой отражают существо оппонируемой работы.

Как следует из паспорта научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», соответствие темы диссертации научной специальности у официального оппонента сомнений не вызывает.

Диссертация написана корректным с научной и технической точки зрения языком. Стил ь изложения доступен, что, однако, не снижает высокого научно-технического уровня содержания.

Оппонент отмечает, что выводы по работе, сформулированные Шадриковым Т.Е., оформлены структурно-содержательно. В них убедительно продемонстрирована результативность проведенных исследований в плане оценки разработанных научно-технических решений, концепций, методик, алгоритмов, моделей разработки электротехнического комплекса повышенной частоты.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Предложенные Шадриковым Т.Е. научно-технические решения

аргументированы. В диссертации приведены сведения о внедрении и практическом использовании полученных автором научных результатов.

Оформление диссертации соответствует требованиям, устанавливаемым Министерством образования и науки Российской Федерации.

Печатные работы Шадрикова Т.Е., опубликованные в научных журналах, в том числе научных журналах, рекомендованных ВАК, а также сборниках научных трудов международных и всероссийских конференций с достаточной полнотой отражают содержание диссертации.

## **7. Оценка содержания диссертации**

Содержание диссертации полностью соответствует заявленным в работе цели и задачам.

**Во введении** обоснована актуальность решаемой проблемы, сформулированы цель и связанные с ее реализацией научные и технические задачи. Определены новизна полученных научных результатов и основные положения, выносимые на защиту. Приведены сведения о практической реализации результатов.

**Первая глава** посвящена аналитическому обзору современных технологий создания и применения полупроводниковых преобразователей напряжения и частоты, их влияния на сферу промышленного производства и жизнедеятельность человека. Отражены последние достижения производства полупроводниковых элементов и особенности их применения в преобразовательной технике. Проведен анализ современных методов расчета основных конструктивных параметров оборудования повышенной частоты питающего напряжения. Проанализированы варианты организации локальной сети электропитания электротехнологических установок повышенной частоты объектов ЭТО.

**Во второй главе** представлены материалы, посвящённые разработке математической модели электротехнического комплекса повышенной частоты. В

том числе разработаны: методика расчета установившихся режимов работы электротехнических комплексов повышенной частоты, содержащих полупроводниковые преобразователи напряжения с применением частотного анализа; методика выбора рабочего напряжения высоковольтной кабельной линии электропередачи повышенной частоты; численно-аналитическая методика электротеплового расчета установившихся режимов высоковольтной кабельной электропередачи повышенной частоты; методика расчета параметров силовых высоковольтных трансформаторов повышенной частоты; методика определения емкостных и индуктивных параметров силовых высоковольтных трансформаторов; повышенной частоты; методика оценки показателей энергетической эффективности электротехнических комплексов, содержащих полупроводниковые преобразователи напряжения и высоковольтные кабельные электропередачи.

**Третья глава** посвящена экспериментальным исследованиям теоретической модели высоковольтного полупроводникового электротехнического комплекса промышленного электроснабжения повышенной частоты в лабораторных условиях. Подробно описаны исследование характеристик силового оборудования, программная реализация расчета установившихся режимов электротехнического комплекса, режимов холостого хода и короткого замыкания электротехнического комплекса повышенной частоты.

**Четвёртая глава** раскрывает результаты исследований электротехнического комплекса повышенной частоты в производственных условиях и подтверждает на примерах показателей эффективность промышленного использования электротехнических комплексов повышенной частоты, в частности на Ивановской домостроительной компании.

## **8. Публикации и апробация**

Основные научные результаты диссертации Шадрикова Т.Е. отражены в 24 работах, в том числе в 14 статьях, из них 5 – в научных журналах, входя-

щих в перечень рекомендуемых изданий ВАК РФ, 10 – в тезисах докладов международных научно-технических конференций, в 2 свидетельствах о регистрации программы для ЭВМ. Положения и результаты диссертации докладывались Шадриковым Т.Е. на международных и Всероссийских конференциях.

## **9. Внедрение результатов диссертационной работы**

Результаты исследований реализованы в учебном процессе Ивановского государственного политехнического университета, Ивановского государственного энергетического университета, при проведении работ на ОАО «ДСК» г. Иваново.

## **10. Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка и девяти приложений. Объем работы составляет 244 страницы сквозной нумерации, в том числе 191 страницу основного текста (92 рисунка, 19 таблиц), библиографический список из 145 наименований на 15 страницах, 38 страниц приложений.

## **11. Замечания и дискуссионные положения**

По работе Шадрикова Т.Е., выполненной на высоком научном и практическом уровне, имеются вопросы и замечания.

1. Судя по содержанию, первые три главы посвящены только методикам, а не их реализации на научном или производственном уровне.
2. В первой главе некоторые приводимые предельные параметры электротехнических приборов уже устарели (например, ток IGBT уже до 2000А, напряжение до 6,5 кВ, аналогично по размерам магнитных материалов сердечников мощных трансформаторов).
3. Из материалов диссертации не понятно, проводилась ли оценка электромагнитной совместимости оборудования электротехнического комплекса?
4. В четвёртой главе при определении рабочего напряжения кабельной ли-

нии электротехнического комплекса повышенной частоты не обнаружил аспектов учёта требований по безопасности рабочего персонала.

### **Заключение по диссертационной работе**

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Шадрикова Т.Е. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, научные результаты и защищаемые положения соответствуют паспорту специальности и критериям, установленным пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней, а соискатель Шадриков Тимофей Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры «Электроснабжение,  
электроэнергетика и силовая электроника»  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Нижегородский государственный  
технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
603950, г. Н.Новгород, ул. Минина, д. 24

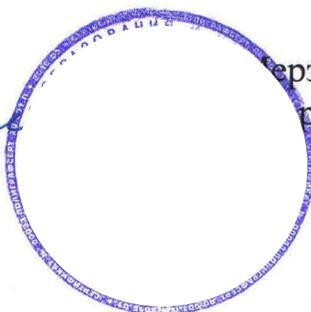


Чивенков  
Александр Иванович

[chyvenkov@mail.ru](mailto:chyvenkov@mail.ru),  
тел.: +7 (831) 419 82 84

«21» февраля 2017 г.

Подпись Чивенкова А.И. заверяю,  
Ученый секретарь НГТУ



Серзляков  
Александр Николаевич