

**Отзыв на автореферат диссертации Абель Танкой
«Разработка локальной высоковольтной промышленной системы
электропитания повышенной частоты»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы**

Автореферат, представленный на отзыв, содержит достаточное для характеристики диссертационной работы количество информации о проведенных исследованиях.

Уровень развития теоретических разработок в области централизованного электропитания технических и технологических объектов на основе локальных электротехнических комплексов повышенной частоты (в дальнейшем - комплексы) требует проведения теоретических и экспериментальных исследований. В этой связи **актуальной задачей** является разработка технических решений для централизованного электропитания технологических объектов, использующих напряжения и токи повышенной частоты на основе применения биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT).

В работе определены **объект исследования** – локальный электротехнический комплекс повышенной частоты для централизованного электропитания совокупности объектов, требующих применения напряжений и токов повышенной частоты, и **предмет исследования**, направленный на разработку методики расчета компонентов и установившихся режимов работы указанного комплекса.

Диссертация, судя по автореферату, имеет все **атрибуты методического характера**, включая формулировку цели, научной новизны, теоретической и практической значимости, формулировку задач и определение методов исследований.

Цель работы состоит в разработке информационно-технологических методик расчета установившихся режимов работы высоковольтных промышленных систем электропитания повышенной частоты магистрального типа, их составных частей и экспериментальном подтверждении выдвинутых теоретических положений.

Работа **соответствует паспорту специальности** 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Научная новизна состоит в совершенствовании методик частотного анализа установившегося режима работы комплекса в среде MATLAB с разложением в ряды Фурье с переходом от численных к аналитическим выражениям, а также в определении погонной емкости составной части комплекса - высоковольтной кабельной линии.

Практическая значимость определяется полученными методиками режимов работы и установленной возможностью использования комплекса потребителями с коэффициентом мощности менее единицы. Установлено, что системы электропитания магистрального типа не уступают системам электропитания радиального типа при меньшей стоимости и более высокой компактности.

Научные и практические результаты работы **внедрены** в ОАО «ДСК» г. Иваново и **использованы** в учебном процессе.

В работе **использовались методы** физического и математического моделирования, теории электрических цепей, имитационное моделирование с использованием комплексов MATLAB и Mathcad.

Достоверность и обоснованность работы обеспечена применением апробированных методов математического и статистического моделирования электрических цепей, согласованностью ряда промежуточных теоретических и экспериментальных результатов с данными других авторов.

Работа **апробирована** на международных, всероссийских и межвузовских научно-технических конференциях.

Результаты исследований опубликованы в 22 статьях, включая 7 публикаций в научных журналах, входящих в перечень рекомендуемых ВАК РФ, 3 статьи индексированы в Scopus. Получены патент на изобретение и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Во введении обоснована актуальность работы, кратко определены и обоснованы цель, задачи и методы исследования, приведены сведения о научной новизне и практической ценности.

В первом разделе рассмотрена классификация, области применения, схемотехнических решений, технических показателей, технико-экономических характеристик, надежности, достоинств и недостатков различных вариантов практической реализации промышленных систем электроснабжения, применяемых в различных отраслях народного хозяйства. Отмечено, что широко применяемые в настоящее время системы электроснабжения промышленной частоты напряжением 0,6 кВ и ниже обладают рядом недостатков. Установлено, что в настоящий момент отсутствуют совершенные математические модели устройств подобного типа.

Во втором разделе приведены результаты теоретических разработок по развитию и совершенствованию математической модели локальных комплексов, предназначенных для создания централизованных систем промышленного электроснабжения.

Известные методики расчета установившихся режимов комплекса дают завышенные значения высокочастотных составляющих токов и напряжений. Причиной этого является неточное представление зависимости внутреннего сопротивления транзисторов от частоты гармоник Фурье. На основе анализа процесса диффузии неосновных носителей внесено изменение в зависимость внутреннего сопротивления транзистора в открытом состоянии от частоты. Заменой кратного численного интегрирования функции ЭДС транзисторного преобразователя аналитическими зависимостями в работе усовершенствовано определение амплитуды гармоник при разложении в ряд Фурье. Полученные выражения позволяют при определении амплитуды гармоник ЭДС полностью отказаться от процедуры численного интегрирования, многократно ускорить вычисления и повысить их точность. В работе составлена методика расчета комплекса на основе схемы замещения участков магистральной линии структурой с элементами длиной линии. В результате решения системы уравнений получены выражения для определения фазной емкости. Основные параметры высоковольтной кабельной линии установлены на основе известных зависимостей для вычисления погонной индуктивности и волнового сопротивления кабеля.

В третьем разделе выполнено исследование характеристик комплексов, предназначенных для создания систем промышленного электроснабжения, а также их отдельных элементов. Представленная в работе методика расчетного определения параметров двухпроводных кабельных линий в виде двух изолированных проводников в одном общем экране позволила исследовать влияние различных факторов на эти параметры. Результаты расчетов свидетельствуют о возможности управления величиной погонной емкости и волнового сопротивления таких кабельных линий в целях оптимизации конструкции и режимов работы высоковольтных электротехнических комплексов повышенной частоты. Теоретические исследования с использованием предложенной в настоящей работе методики электрического расчета комплекса в виде магистральной линии электроснабжения показало, что такие системы электроснабжения по своим эксплуатационным показателям не уступают системам радиального типа. Они отличаются высокой стабильностью рабочего напряжения у потребителя электроэнергии, а КПД комплекса применительно к лабораторному действующему макету мощностью 4,5 кВт достигает величины 98,8 % при использовании в составе установки двухпроводного кабеля с «полувоздушной» изоляцией.

В четвертом разделе представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных на лабораторных моделях, и оценка характеристик вариантов промышленного применения комплекса. В результате сравнения расчетных и опытных значений параметров двухпроводных кабелей установлено их хорошее согласование. Расчет электрических цепей с питанием от мощных преобразователей предполагает знание граничной частоты IGBT транзисторов. Поэтому выполнены опыты по исследованию частотных характеристик IGBT модулей типа IRG7PH42UD и IRG4PSH71UD с помощью экспериментальной установки. В результате эксперимента получены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) IGBT

транзисторов, а по ним – значение граничной частоты 80 кГц из условия уменьшения коэффициента усиления в $\sqrt{2}$ раза. Экспериментальные значения, полученные для различных условий, можно представить одной общей зависимостью. Это позволяет сделать вывод об отсутствии ощутимого влияния наличия и вида экрана на величину потерь в 2-х проводной экранированной линии, что подтверждает теоретические соображения. С помощью предложенных расчетных методик выполнено исследование характеристик установок для электротепловой обработки токами повышенной частоты железобетонных фундаментных блоков и для изготовления железобетонных шахт дымоудаления крупнопанельных зданий.

Недостатки автореферата. В автореферате диссертации нами не обнаружено признаков оценки экономической эффективности внедрения разработок автора в производство.

Имеется ряд замечаний по оформлению автореферата. Условные обозначения величин, использованных в аналитических зависимостях, к сожалению, приведены в ряде случаев не полностью. Это обстоятельство и отсутствие размерностей использованных величин затрудняет чтение работы.

Отметим, что в разделе «Основные результаты работы», который, по нашему мнению должен именоваться «Основные выводы и рекомендации» содержатся только основные выводы по работе, а рекомендации по внедрению результатов отсутствуют.

К недостаткам оформления можно отнести отсутствие полной расшифровки позиций, приведенных на схемах и рисунках.

Отметим также, что отражение информационно-технологической составляющей диссертации при моделировании с использованием комплексов MATLAB и Mathcad в автореферате носит несколько декларативный характер. По нашему мнению, наличие фрагментов листинга программ улучшило бы представление о глубине и значимости отдельных положений работы. Кроме того, это позволило бы указать на отличие авторских информационно-технологических решений, в частности, защищенных свидетельством о регистрации программы для ЭВМ от известных из работ предшественников.

Отмеченные недостатки не снижают качества проведенных исследований и значимости полученных результатов и не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Общее заключение

Диссертация «Разработка локальной высоковольтной промышленной системы электроснабжения повышенной частоты» является законченным научно-квалификационным трудом, в котором, на основании выполненных автором исследований, решена научная проблема, связанная с автоматизацией расчетов централизованных комплексов повышенной частоты для электроснабжения технических и технологических объектов, имеющая важное хозяйственное значение, соответствует паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Абель Танкой заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры строительных конструкций и водоснабжения
ФГБУ ВПО «Поволжский гос
ый технический университет»
А.Г. Поздеев

Кандидат технических наук, доц
директор Института строительс
профессор кафедры строительн
ФГБУ ВПО «Поволжский госуда
ия
университет»
В.Г. Котлов

15.06.2020

дела
персоналом
ФГБОУ ВО «ПГТУ»

Специалист по персоналу
1 категории
Е. Ю. Шарапов Е. Ю.

Сведения о рецензентах:

Поздеев Анатолий Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительных конструкций и водоснабжения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «ПГТУ»), советник РААСН

Адрес организации: 424006, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, д. 17, к. 204

Контактные телефоны: 88362686858, 89024658730; 89033263905

E-mail: PozdeevAG@volgatech.net, PozdeevAG49@mail.ru

Котлов Виталий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры строительных конструкций и водоснабжения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «ПГТУ»), директор института строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «ПГТУ», советник РААСН

Адрес организации: 424006, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Панфилова, д. 17, к. 204

Контактные телефоны: тел. +7(8362) 45-53-90, 68-28-26, тел. сот. 89276817790

E-mail: isa@volgatech.net, KotlovVG@volgatech.net