

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента
Петроченкова Антона Борисовича
на диссертационную работу Давлатова Азамджона Махмадиевича
«Оптимизация режимов работы электротехнического комплекса мини-ГЭС на
базе многофазного вентильного генератора»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Структура и объем диссертационной работы

По структуре научная работа Давлатова А.М. соответствует требованиям, которые предъявляются к кандидатским диссертациям. Она изложена техническим языком в ясном и понятном стиле. Основные выводы и положения аргументированы. По главам и по самой работе имеются выводы и заключение. Работа изложена на 169 страницах, из них 143 страницы основного текста. Диссертация содержит 134 иллюстрации, 70 аналитических выражений, 21 таблицу, 3 приложения.

Актуальность темы

Вопросы развития малой и средней гидроэнергетики представляют имеют проблемную постановку в нашей стране и за рубежом. Такая постановка связана с тем, что для увеличения энергетического потенциала крупных энергосетей необходимо большое количество мини-ГЭС, распределенных на большой территории. Эти мини-ГЭС могут быть экономически выгодными, если они будут работать без постоянного обслуживающего персонала в полностью автоматическом режиме. Учитывая жесткие внешние климатические и эксплуатационные условия их работы, особое внимание следует уделить повышению надежности таких комплексов. Одним из вариантов достижения этой цели является увеличение числа фаз. Это позволит повысить надежность без резервного дублирования электрической машины и системы управления, поскольку отказ одной фазы не приводит к аварийному

состоянию комплекса. При этом только снижается качество выходных параметров, которые могут оставаться в пределах нормы в нештатных ситуациях. В диссертации рассмотрены аспекты реализации этого направления повышения надежности, поэтому представленную работу следует признать актуальной и представляющей интерес для развития малой распределенной энергетики.

В первой главе проводится анализ существующих мини-ГЭС, и обосновывается структура современной автоматизированной мини-ГЭС. Наиболее слабым звеном комплекса, подверженным аварийным ситуациям, является генератор и полупроводниковый выпрямитель. В главе показаны все возможные варианты схем якорной обмотки и выпрямителей, включая соединение фаз в звезду и кольцо, однополупериодное выпрямление, двухполупериодное выпрямление, мостовое выпрямление.

Во второй главе выведены аналитические зависимости для среднеквадратичного выпрямленного напряжения, уровня пульсаций и коэффициента использования обмотки якоря для комплекса «многофазный генератор– многофазный выпрямитель». Рассмотрены схемы от 3-х до 9-ти фаз. Проведен сравнительный анализ схем выпрямления.

Третья глава посвящена разработке цифрового аналога для проведения испытаний комплекса «многофазный генератор–многофазный выпрямитель». Для моделирования использована программа на основе метода конечных элементов. Проведен сравнительный анализ штатных и аварийных режимов работы с обрывом фаз и диодов. В качестве критериев сравнения были выбраны среднее напряжение и уровень пульсаций.

В четвертой главе проведен анализ отказов с точки зрения теории вероятности и математической статистики. Сделан вывод о том, что по показателям надежности увеличение фаз должно быть оптимальным из-за увеличения вероятности отказов при увеличении числа рабочих элементов. Рекомендована шестифазная обмотка как с точки зрения обеспечения надежности, так и с точки зрения обеспечения технологичности.

В пятой главе показаны результаты испытаний натурного образца генератора и выпрямительной схемы. Для испытаний был выбран генератор с шестифазной обмоткой. Исследовались нормальная работа и нештатная работа при обрыве фазы и обрыве диода. Проведены тестирования соединения фаз в звезду и кольцо. Эксперимент с достаточной точностью подтвердил теоретические выводы работы.

Научная новизна диссертации

В диссертации объединены разрозненные результаты исследования многофазных схем в единое исследование, что является научным результатом. При этом соискатель вывел аналитические зависимости среднеквадратичного выпрямленного напряжения, уровня пульсаций выпрямленного напряжения и коэффициента использования обмотки якоря для работы генератора на пассивные выпрямители однополупериодного выпрямления, двухполупериодного выпрямления и полномостового выпря; создал цифровую комплексную модель генератора и неуправляемого вентильного выпрямителя при произвольном числе фаз; исследовал вероятность отказа многофазной якорной обмотки генератора и электронных компонентов выпрямителя применительно к работе в мини-ГЭС при нештатных ситуациях обрыва фаз и диодов.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Представленная к защите научная работа является дальнейшим развитием теории многофазных преобразователей. Практическую ценность имеют рекомендации по выбору оптимального числа фаз применительно к работе автономной мини-ГЭС. Для инженерной практики имеют значения кривые выпрямленного среднеквадратичного напряжения и кривые пульсаций выпрямленного напряжения. Они позволяют провести предварительный анализ вариантов исполнения многофазной якорной обмотки и схем выпрямления.

Рекомендации по использованию результатов работы

Диссертация имеет явно выраженную практическую направленность. На основании проведенных исследований появляется возможность определения

оптимального числа фаз с точки зрения максимальной надежности, выбора наилучшей схемы выпрямления, построения новой структуры мини-ГЭС, работающей в не обслуживаем режиме. Зависимости выпрямленного напряжения и пульсаций напряжения, и в целом цифровую модель комплекса можно использовать в учебном процессе для подготовки бакалавров, специалистов и магистрантов электротехнических направлений.

Достоверность результатов работы

Корректность и правильность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку они получены на основе известных методов анализа: общей теории электрических цепей, метода конечных элементов, теории вероятности и математической статистики. Следует отметить наличие у автора патента на изобретение. Подтверждением достоверности основных выводов является совпадение результатов цифрового моделирования и эксперимента.

Полнота опубликования и апробация основных результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано **14** научных работ, из них **8** статей в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая **5** статей в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus, **1** патент РФ на изобретение. Кроме этого, работа докладывалась на **6** конференциях международного уровня. Для научной работы уровня кандидатской диссертации этого вполне достаточно.

Соответствие паспорту специальности.

Диссертация соответствует специальности 2.4.2. – «Электротехнические комплексы и системы», следующим пунктам:

п.1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования;

п.3. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления;

п.4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов.

Автореферат написан ясным и понятным языком. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

Вопросы и замечания по работе

1. Поясните принцип работы блока датчиков выходных параметров (4) и блока коммутационно - защитной аппаратуры (5) на рисунке 1.1.1ю Возможно, следовало привести функциональные схемы их подключения.

2. Приведите типовой характер и состав нагрузки применительно к рисунку 1.3.1.

3. Рассматривались ли другие методы при построении цифровой модели генератора и выпрямителя, кроме метода конечных элементов? Приведите ограничения Вашей модели.

4. Было бы полезно к приведенным типовым отказам (с.123) представить также средства диагностики таких отказов. Какие элементы системы диагностики уже реализованы?

5. В главе 5 было бы полезно представить проведенные тестирования генератора как фрагмент программы и методики его испытаний, что имело бы несомненную практическую ценность.

6. В работе есть пунктуационные и стилистические ошибки.

Заключение по диссертации

Указанные замечания не снижают ценности диссертационного исследования.

Диссертационная работа на тему: «Оптимизация режимов работы электротехнического комплекса мини-ГЭС на базе многофазного вентильного генератора» является законченной научно-квалификационной работой, в которой

решена важная научная и инженерная задача по повышению надежности электротехнического комплекса мини-ГЭС.

Работа отвечает всем требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Давлатов Азамджон Махмадиевич заслуживает присвоения ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой микропроцессорных средств автоматизации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Петроченков Антон Борисович

Дата составления отзыва «18» ноября 2022 г.

614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 7, к.105

Тел: +7 (342) 2-391-821

e-mail: pab@msa.pstu.ru

Я, Петроченков Антон Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись д.т.н., доцента Петроченкова А.Б. заверяю:



Ученый секретарь ПГНИПУ

В.И. Макаревич