

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента
Мошкина Владимира Ивановича

на диссертационную работу Давлатова Азамдона 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 своей структуре и объему диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Она изложена в деловом стиле, ясным и понятным языком. Работа содержит 169 страниц, из них 143 страницы основного текста. Работа включает в себя 134 иллюстрации, 70 аналитических выражений, 21 таблицу, 3 приложения. По главам и всей диссертации имеются выводы и заключение.

Актуальность темы

Современная энергетика развивается по всем направлениям, включая альтернативные источники. Гидроэнергетика вносит существенный вклад в общий баланс энергопотребления, но гидроресурсы крупных рек уже выбраны как в нашей стране, так и за рубежом. Осталось очень мало мест, где есть возможность построить крупные рентабельные ГЭС. В то же время энергетика малых и средних рек практически не использована. Это связано со сложностью производства большого количества мини- и микро ГЭС на обширных территориях. Тем не менее дефицит потребления электроэнергии возрастает, что вынуждает осваивать эти источники электроэнергии. Исследования показывают, что экономически выгодным будет создание большого количества мини-ГЭС роботов, работающих полностью в автоматическом режиме без обслуживающего персонала. При выборе этой стратегии на первый план выходят вопросы, связанные с надежностью этих электростанций. В диссертации предлагаются пути решения этой проблемы за счет увеличения количества фаз, поэтому предлагаемые к защите исследования следует признать важными и актуальными.

В первой главе обосновывается вариант решения проблемы создания мини-ГЭС. Структура существующих мини-ГЭС не удовлетворяет требованиям полной автономности их работы. На основе критического анализа предлагается структура современной мини-ГЭС, работающей в полностью автоматическом автономном режиме. В качестве основной концепции предлагается надежная машина – вентильный генератор с постоянными магнитами. В качестве выпрямителей предлагается несколько вариантов: однополупериодные выпрямители, двухполупериодные выпрямители, мостовые схемы. При этом элементами, имеющими наиболее низкую надежность, являются якорная обмотка генератора и диоды выпрямительных мостов. В главе выдвигается концепция, что по-

вышение надежности можно достичь увеличением числа фаз и ставится задача определения выходных параметров и характеристик при отказе фазы и отказе диода.

Во второй главе обобщаются разрозненные исследования многофазных систем. Выводятся аналитические зависимости выпрямленного напряжения для многофазных систем при изменении числа фаз от 3-х до 9-ти для соединения фаз в звезду и кольцо и для различных вариантов выпрямительных схем: однополупериодной, двухполупериодной, мостовой. Зависимости выводятся для штатного режима работы.

Третья глава посвящена проверке аналитических зависимостей второй главы в нормальных и нештатных режимах на точной цифровой модели. Модель построена таким образом, чтобы была возможность сравнения различных вариантов схем генератора и выпрямителя. Для всех схем выбирался генератор одной мощности и одинаковых габаритов с одинаковым числом проводников в пазах. Эти проводники соединялись в 3-х – 9-ти фазные схемы, включая звезду и кольцо. Далее на цифровой модели проверялись внешние характеристики выпрямленного напряжения и пульсаций выпрямленного напряжения. Исследовался штатный режим и режим обрыва фазы или диода. В качестве критерия качества выбирались среднее напряжение и пульсации напряжения. Такой подход позволил определить наиболее эффективные схемы в нормальном и аварийном режимах.

В четвертой главе на основе теории вероятности и математической статистики исследовались закономерности одновременного отказа фаз или диодов. С одной стороны, увеличение фаз повышает надежность генератора, с другой стороны увеличение количества активных компонентов и повышает вероятность отказа электронной системы выпрямления. На основании этого анализа делается вывод о том, что оптимальным вариантам с точки зрения надежности являются шестифазные системы.

В пятой главе приведены результаты эксперимента опытного образца. Исследовался шестифазный генератор при соединении фаз в звезду и кольцо для различных выпрямительных схем. Результаты испытаний в основном подтвердили теоретические выводы и аналитические зависимости.

Научная новизна диссертации

Несмотря на большое количество опубликованных исследований многофазных систем, следует отметить, что они не объединены в общие теоретические выводы и заключения. Соискателю удалось сделать это обобщение, что внесло вклад в дальнейшее развитие многофазных систем. При этом в диссертации приведены 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 выпрямления, разработана цифровая комплексная модель генератора и неуправляемого вентильного выпрямителя при произвольном числе фаз, получе-

ны результаты исследования среднеквадратичного выпрямленного напряжения и уровня пульсаций выпрямленного напряжения для различных схем многофазной якорной обмотки и схем выпрямителя, проведен анализ вероятности 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

Основным теоретическим результатом представленной к защите работы является вклад в развитие многофазных систем генератор-выпрямитель. Выведены аналитические зависимости для многофазного комплекса генератор-выпрямитель, которые позволяют оценить эффективность различных вариантов по конкретным показателям качества. Доказана с точки зрения надежности эффективность применения шестифазного комплекса генератор-выпрямитель. Работа имеет практическую направленность. Структурная схема мини-ГЭС, схема шестифазного генератора при соединении фаз в кольцо и двухполупериодный выпрямитель рекомендованы для внедрения в производство.

Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные аналитические зависимости выпрямленного напряжения и пульсаций момента можно использовать в инженерной практике при разработке мини-ГЭС. Цифровую модель и аналитические зависимости штатного и аварийного режимов работы генератора и выпрямителя рекомендуется использовать в учебном процессе для подготовки инженеров-электромехаников.

Достоверность результатов работы особых сомнений не вызывает, поскольку те получены на основе хорошо известных апробированных методов: теории электрических цепей, общей теории электрических машин, метода конечных элементов для цифрового моделирования. Основные выводы и аналитические зависимости подтверждены результатами испытаний на натурном образце.

Полнота опубликования и аprobация основных результатов диссертации

По теме работы 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.

Шесть конференций международного уровня говорят о том, что работа была представлена специалистам по этому профилю для обсуждения и анализа.

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, электрооборудования 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 не содержит серьезных замечаний к объему и содержанию. Он изложен ясным и понятным языком в деловом стиле. По нему можно судить о проведенном исследовании в целом.

Вопросы и замечания, имеющиеся по диссертации:

1. В работе исследовались отдельно обрыв фазы или обрыв диода. Теоретически возможен отказ одновременно обоих элементов. Почему не исследовались эти нештатные аварийные ситуации?

2. Цифровая модель, представленная для исследования в третьей главе, имеет мощность 10 кВт, тем не менее выводы делаются для всего диапазона мощностей генераторов мини-ГЭС. Насколько правомерно распространять эти результаты на весь диапазон мощностей?

3. Можно ли применить выводы для нормальных и аварийных режимов работы, полученные для вентильного генератора с постоянными магнитами, если для мини-ГЭС будет применен генератор другого типа, например, асинхронный или индукторный?

4. Почему исследования комплекса генератор-выпрямитель были проверены только на холостом ходу? Как изменятся полученные зависимости от нагрузки генератора?

5. В диссертации для повышения надежности рекомендовано увеличение числа фаз. При этом не затрагиваются вопросы повышения себестоимости комплекса и усложнения технологии его изготовления. Для практической реализации результатов исследования все вопросы должны рассматриваться в комплексе.

6. Экспериментальные исследования только 6-ти фазного образца следует считать недостаточными. Необходимо было сделать экспериментальную проверку для комплекса с другим количеством фаз.

Данные замечания уменьшают значимость полученных результатов, но не снижают общего положительного впечатления о проведенном научном исследовании.

Заключение по диссертации

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 внедрения надежного комплекса генератор-выпрямитель в гидроэнергетику малой мощности.

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

Официальный оппонент, доктор технических наук (05.09.01–Электромеханика и электрические аппараты), доцент, заведующий кафедрой «Цифровая энергетика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганский государственный университет»



Мошкин Владимир Иванович



Дата составления отзыва «28» июля 2022 г.

г. Курган, ул. Советская, 63, стр.4
Тел.: +7(3522) 65-49-99
E-mail: wimosh@mail.ru,

Я, Мошкин Владимир Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

