

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента
Вавилова Вячеслава Евгеньевича

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

Диссертационная работа Давлатова А.М. по объему и структуре соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа включает в себя 5 глав, содержит 143 страницы основного текста, 134 иллюстрации, 70 аналитических выражений, 21 таблицу, 3 приложения. Содержательная часть работы изложена в деловом стиле, ясным и понятным языком, научные положения и выводы аргументированы.

Актуальность темы

К настоящему времени крупная гидроэнергетика подошла к стадии насыщения. Энергетический потенциал больших рек практически исчерпан как в Российской Федерации, так и за рубежом. Развивающаяся промышленность вынуждает осваивать новые источники электроэнергии, при этом требования экологии становятся все более жесткими. Этот фактор не позволяет в полной мере покрыть дефицит энергетики за счет углеводородов. При этом ресурс малой и средней энергетики практически не освоен. Этую тенденцию можно наблюдать практически во всех странах. Освоение этого ресурса имеет свои особенности, которые связаны с тем, что выработка электроэнергии должна быть получена от большого количества микро и мини-ГЭС, работающих полностью в автоматическом режиме без постоянного обслуживающего персонала. Такой режим работы требует повышенного внимания к надежности мини-ГЭС. Представленная диссертационная работа посвящена решению этой проблемы, поэтому ее следует признать важной и актуальной.

В первой главе приводится анализ структуры существующих мини-ГЭС с обслуживающим персоналом, предлагается структура современной полностью автоматической мини-ГЭС. Отмечается, что с точки зрения надежности наиболее слабым звеном электротехнического комплекса является генератор и управляемый выпрямитель. Статистика показывает, что основные отказы связаны с обрывом фазы якорной обмотки и обрывом диодов. В главе делается вывод о том, что основным направлением повышения надежности комплекса явля-

ется увеличение числа фаз. Для многофазной системы отказ одной из фаз приводит к ухудшению параметров выходного напряжения, но не к выходу из строя всего комплекса. В главе ставится задача определения оптимального числа фаз. Для анализа выбираются различные варианты соединения фаз и различные схемы выпрямителей.

Во второй главе рассматриваются различные варианты выпрямителей: однополупериодные, двухполупериодные, мостовые при последовательном и параллельном соединении мостов. В главе приводятся аналитические зависимости для среднего, среднеквадратического значений выпрямленного напряжения, выражения для пульсаций напряжения. При этом рассматриваются различные схемы фазных обмоток при соединении в звезду и кольцо. Приводится сравнительный анализ различных вариантов схем обмоток якоря и выпрямителя.

Третья глава посвящена разработке цифровой модели вентильного генератора с постоянными магнитами и пассивными выпрямителями. Модель строится на основе программ, использующих метод конечных элементов. Для корректности сравнения всех схем был выбран генератор одинаковых габаритов с одинаковым числом проводников в пазах. Из проводников формировались многофазные схемы соединений. На основе цифровой модели были исследованы штатные и нештатные режимы работы при обрывах фаз и диодов для различных схем выпрямления. Проведен сравнительный анализ вариантов. В качестве критерия сравнения были выбраны среднее напряжение и уровень пульсаций.

В четвертой главе проводится анализ вероятностей отказов комплекса многофазный генератор и многофазный выпрямитель. В качестве отказов принимались нештатные ситуации обрыва фазы и диодов. Сделан вывод о том, что по этим показателям увеличение фаз должно быть оптимальным из-за увеличения вероятности отказов. Рекомендована шестифазная обмотка как с точки зрения надежности, так и с точки зрения технологичности.

В пятой главе показаны результаты натурного макетирования отказов для маломощного шестифазного генератора. Исследовались штатные и аварийные режимы работы генератора, которые подтвердили основные выводы диссертации.

Научная новизна диссертации заключается в обобщении результатов штатной и нештатной работы комплекса многофазный генератор и многофазный выпрямитель. В настоящее время эти работы носят разрозненный характер по изучению конкретного числа фаз. Автор объединил эти исследования в систему, изменяя число фаз от трех до девяти с использованием соединений фаз в звезду и кольцо и применяя различные варианты выпрямительных схем. В диссертационной работе выведены 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, получены 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

Научная работа является дальнейшим развитием теории многофазных комплексов генератор-выпрямитель. Достоинством работы является введение в анализ методов вероятности и математической статистики. К практическому результату следует отнести разработку цифровой модели генератора, на которой можно проводить цифровое тестирование различных отказов. Адекватность разработанной модели подтверждена натурными испытаниями. Практическую ценность имеют рекомендации по выбору оптимального числа фаз применительно к работе автономной мини-ГЭС.

Рекомендации по использованию результатов работы

Кривые выпрямленного среднеквадратичного напряжения и кривые пульсаций выпрямленного напряжения очень удобно использовать в инженерной практике. Они позволяют провести предварительный анализ вариантов исполнения многофазной якорной обмотки и схем выпрямления. Математические модели электрических машин с выпрямителем, методики анализа коротких замыканий рекомендуется использовать в учебном процессе при подготовке специалистов электротехнических специальностей.

Достоверность результатов работы

Представленным научным и практическим результатам следует доверять, так как они получены с применением общеизвестных методов исследования: общей теории электрических машин, теории электрических цепей, теории полупроводниковой преобразовательной техники, методов на основе схем замещения, метода конечных элементов для цифрового моделирования, методов физического моделирования. Достоверность полученных результатов подтверждается результатами проведенных испытаний макетного образца.

Полнота опубликования и апробация основных результатов диссертации

Диссертация удовлетворяет требованиям к публикации основных результатов в рецензируемых научных журналах. Основные положения диссертации изложены в научных журналах высокого уровня, включая научометрическую базу Scopus и издательства, аккредитованные ВАК. Всего по теме диссертации опубликовано 14 работ. Участие соискателя в 6 международных конференциях подтверждает тот факт, что научная работа показана специалистам по профилю и обсуждена.

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 отражает основное содержание диссертации, содержит выводы и полученные результаты исследования.

Вопросы и замечания по работе

1. В диссертации приведено исследование комплекса при работе генератора на неуправляемый выпрямитель. Изменятся ли выводы и рекомендации если в комплексе применить управляемый выпрямитель.
2. Непонятно по каким причинам проведено исследование только холостого хода для штатного и нештатного режима при отказах фаз и диодов.
3. Почему из исследования исключены режимы короткого замыкания фаз и диодов. Почему рассматривался отказ только одного элемента, а не их совокупности, например, одновременный обрыв 2 фаз или 2-х диодов?
4. Почему исследование ограничено 9 фазами. Как поведет себя комплекс в нормальных и нештатных ситуациях при увеличении числа фаз больше 9.
5. Увеличение числа фаз приведет к удорожанию комплекса. Насколько это оправдано для мини-ГЭС.

Данные замечания снижают достоинства проведенной работы, но в целом она производит положительное впечатление

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 по созданию электротехнических комплексов генератор-выпрямитель для автоматических мини-ГЭС, которые способны освоить энергопотенциал малых и средних рек.

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, в том числе п.9 Положения присуждении ученых степеней в УрФУ, а также соответствует специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы. Автор диссертации Давлатов Азамджон Махмадиевич заслуживает присуждения ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой Электромеханики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Вавилов Вячеслав Евгеньевич

Дата составления отзыва 28.10.2022

450008, Российская Федерация, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12

Тел: +79273465305

E-mail: vavilovv@ugatu.su

Я, Вавилов Вячеслав Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись д.т.н., доцента Вавилова В.Е заверяю:

