

Отзыв

официального оппонента на диссертацию **Гулова Диловара Юсуфовича** «Разработка электротехнического комплекса диагностики аварийных режимов короткого замыкания генераторов гидроэлектростанций малой и средней мощности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03-Электротехнические комплексы и системы.

Актуальность темы

В настоящее время применение гидроэнергетики крупных рек подходит к своему пределу. Дальнейшее увеличение мощностей ограничивается истощением ресурсов и ужесточением требований к экологии. Началось освоение энергетики малых и средних рек, которое предполагает строительство большого количества мини-ГЭС, объединенных в единую сеть. Такую стратегию можно реализовать на основе полностью автоматизированных мини-ГЭС без постоянного обслуживания персоналом. Вопросы надежности такой сети важны, а система диагностики аварийных ситуаций необходима в комплексе решаемых вопросов. Диссертация Гулова Д.Ю. содержит исследования в этой области и, поэтому, полученные соискателем результаты следует считать важными и актуальными. Эти результаты применимы не только в России, но и странах ближнего зарубежья, с большим неосвоенным потенциалом малых и средних рек.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 153 наименований, 3 приложений. Работа изложена на 148 страницах, из них 118 страницы основного текста. Работа содержит 35 иллюстраций, 15 аналитических выражений, 7 таблиц, 5 приложений.

Диссертация имеет следующую структуру и логику изложения.

В первой главе проводится краткая оценка энергетического потенциала малых и средних рек Республики Таджикистан, на которых возможно строительство малых гидроэлектростанций. Сделан вывод о целесообразности использования их энергетического потенциала. Автор описывает структуру со-

временной мини-ГЭС. Она представляет собой энергокомплекс, в который входит вентильный магнитоэлектрический генератор и система диагностики режимов работы. Статистика показывает, что основными причинами отказов генератора являются короткие замыкания разных видов: витковые – в обмотке статора (якоря) генератора, замыкания между фазами, замыкания фаз на корпус. В главе ставится задача создания комплекса по выявлению и анализу этих неисправностей.

Вторая глава посвящена разработке комплекса диагностики коротких замыканий якорной обмотки вентильного генератора с постоянными магнитами. Для решения поставленной задачи разработана цифровая модель на основе метода конечных элементов. Характерной особенностью модели является представление якорной обмотки генератора в виде отдельных последовательно соединенных проводников. Не смотря на трудоемкость создания модели, такая детализация позволила моделировать различные варианты коротких замыканий и проводить исследования на цифровой модели генератора.

В основу системы диагностики коротких замыканий положен новый подход. В систему введена дополнительная диагностическая обмотка, которая предназначена, прежде всего, для регистрации магнитной несимметрии при нарушении нормальной работы генератора. Теоретическая основа методики регистрации - метод симметричных составляющих. Рассмотрено два варианта соединения фаз диагностической обмотки - звезда и треугольник.

Разработанная цифровая модель реализует метод импульсного воздействия на фазы обмоток, примененный для определения витковых замыканий якорной обмотки генератора.

В третьей главе приводятся результаты разработки тепловой модели генератора, построенной на основе программного комплекса Ansys Icerak. Тепловая модель связана с электромагнитной моделью через программную оболочку Workbench, что упростило ее построение. Геометрия и потери, рассчитанные в электромагнитной модели, передаются в программную среду теплово-

го расчета. Тепловая модель позволяет рассчитать как динамику нагрева, так и стационарные режимы.

Четвертая глава посвящена описанию результатов испытаний опытного образца генератора с системой диагностики коротких замыканий, которые подтвердили надежность и эффективность применения диагностической обмотки в системе. Для проведения эксперимента была построена измерительная система, структурная схема которой может составить основу диагностической системы для промышленного применения.

В заключении диссертации приведены основные результаты и выводы, отражающие содержание работы.

Научная новизна и теоретическая значимость

Применение отдельной диагностической обмотки якоря генератора в системе диагностики коротких замыканий, как индикатора коротких замыканий, представляет собой новое решение при определении аварийных режимов этого типа. Достоинством является возможность определения неисправности на ранних стадиях искрового пробоя, что сложно осуществить другими методами. К научной новизне можно отнести разработанные цифровые модели для электромагнитного и теплового расчетов, которые позволяют исследовать короткие замыкания различных видов.

Практическая ценность результатов работы

Основным практическим результатом проведенных исследований является создание методики по выявлению коротких замыканий, которую достаточно просто реализовать на реальных гидрогенераторах. Предложенный метод применения диагностической обмотки ориентирован на генераторы малой и средней мощности, но при конструктивных доработках этот подход можно применить и для мощных генераторов. Практическую ценность представляют собой и цифровые модели, с применением которых можно проводить компьютерный анализ режимов коротких замыканий.

Рекомендации по использованию результатов работы

Проведение представленных научных исследований продиктовано практическими потребностями по созданию полностью автоматизированных мини-ГЭС. На этапе проектирования мини-ГЭС можно рекомендовать использование цифровых моделей, разработанных и примененных соискателем. При производстве таких ГЭС можно рекомендовать применить как диагностическую обмотку, так и структуру измерительной системы.

Можно применить результаты исследования как в электроэнергетике, так в учебном процессе при подготовке студентов электрических специальностей.

Достоверность результатов работы

Применение хорошо проверенных на практике методов анализа, таких как метод симметричных составляющих и метод конечных элементов позволяет доверять полученным результатам. Основные выводы и положения проверены при проведении натурального эксперимента на опытном образце генератора.

Соответствие паспорту специальности

Проведенные исследования соответствуют следующим пунктам паспорта научной специальности 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы: п.1. «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем»; п.3. «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления.»; п.4. «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях»; п.5. «Разработка безопасной и эффективной эксплуатации, утилизации и ликвидации электротехнических комплексов и систем после выработки ими положенного ресурса».

Апробация диссертации и публикации

Все главы работы представлены для обсуждения в публикациях требуемого уровня, включая журналы аккредитованные ВАК и научные журналы базы Scopus

и Web of Science. Участие соискателя в 4-х конференциях международного уровня подтверждает тот факт, что научное сообщество имело возможность провести анализ проведенных исследований

Автореферат в большинстве отражает основные положения и выводы научной работы. В нем выделены результаты исследований, выполненных лично автором и разделы, выполненные в соавторстве - с соответствующими ссылками.

Вопросы и замечания по работе

1. Новизна технического решения (включение отдельной диагностической обмотки в системы диагностики коротких замыканий якоря генератора) не защищена патентом или свидетельством на полезную модель.
2. В обзоре не отражены конкурентоспособные асинхронные вентильные генераторы с к.з. ротором.
3. В чем специфика применения отдельной диагностической обмотки в системе диагностики коротких замыканий для вентильного магнитоэлектрического генератора, по отношению к другим типам синхронных, а также асинхронных генераторов, применяемых в мини-ГЭС?
4. Термин «Вентильные МЭГ» применяют для МЭГ с выпрямлением выходного напряжения. Требуется пояснение правомерности применения этого термина соискателем.
5. Не ясно, с чем связано необычное направление векторов фазных ЭДС на рис. 2.3.6. диссертации.
6. В работе есть стилистические и орфографические погрешности. Например, нумерация оглавления не соответствует нумерации страниц диссертации.

Заключение по диссертации

Диссертация Гулова Д.Ю. на тему «Разработка электротехнического комплекса диагностики аварийных режимов короткого замыкания генераторов гидроэлектростанций малой и средней мощности» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является законченной

научной работой, а ее автор Гулов Диловар Юсуфович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент, доктор технических наук (05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты), доцент, профессор кафедры теоретической и общей электротехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет»,



Грачев Павел Юрьевич

20.05.2021

Служебный адрес: 43100, г. Самара, ул. Первомайская, 18, 205, Тел: +7(846) 278-44-60, E-mail: pgrachov@mail.ru,

Подпись Грачева П.Ю.
удостоверяю, начальник управления
по персоналу и делопроизводству ФГБОУ ВО «СамГТУ»
Лисин С.Л.





