

Отзыв

официального оппонента на автореферат диссертации

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

Вопросы, связанные с развитием альтернативных и возобновляемых источников электроэнергии, в последнее время становятся все более актуальными. Однако при относительно успешном развитии таких направлений, как ветроэнергетика и солнечная энергетика, остаются сложности с освоением гидроресурсов малых и средних рек. Энергоресурс таких рек практически не использован, но необходимы научно-технические решения, прежде всего направленные на создание сетей из микро- и мини-гидроэлектростанций (микро-ГЭС и мини-ГЭС). Диссертационные исследования Гулова Д.Ю., направленные на создание полностью автоматизированных мини-ГЭС без постоянного обслуживания, соответствуют этим тенденциям, и поэтому их следует признать важными и актуальными. Для Республики Таджикистан, имеющей значительные гидроресурсы в силу своего географического положения, решение поставленных научных задач имеет особую значимость.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, 5 приложений. Работа изложена на 147 страницах, список литературы содержит 153 источника.

В первой главе показана значимость освоения малых и средних рек для Таджикистана, приведен анализ гидроресурсов республики и особенностей их использования. Гуловым Д.Ю. рассмотрена структура современной мини-ГЭС,

сформированы принципы диагностической системы аварийных ситуаций для автономной автоматизированной мини-ГЭС.

Вторая глава посвящена созданию системы диагностики коротких замыканий, как основного вида аварийных ситуаций, для якорной обмотки магнитоэлектрического вентильного гидрогенератора. Система диагностики построена на цифровой модели электрической машины, в которой якорная обмотка разделена на отдельные соединенные последовательно проводники. Такой подход позволил имитировать любые короткие замыкания: межвитковые, межсекционные, межфазовые, замыкание на корпус. Для выявления коротких замыканий Гуловым Д.Ю. предложено новое техническое решение, когда в якорную обмотку закладывается дополнительная диагностическая обмотка (по структуре полностью повторяющая трехфазную силовую обмотку), но намотанная тонким проводом и работающая на холостом ходу. Такая обмотка фиксирует магнитную несимметрию, возникающую при коротких замыканиях. Разделение электромагнитных процессов для силовой цепи и информационной цепи позволяет диагностировать аварийную ситуацию и предупреждать ее на ранних стадиях.

Третья глава посвящена разработке тепловой модели генератора для режима межвиткового короткого замыкания на основе метода конечных элементов. Процедура анализа упрощена за счет того, что электромагнитная модель и тепловая модель взаимосвязаны между собой, при этом рассчитываются переходные и установившиеся тепловые режимы. Модель позволяет наглядно показывать локальные перегревы поврежденной фазы.

Четвертая глава посвящена экспериментальной проверке применения диагностической обмотки. На опытном образце показана эффективность применения такой обмотки для различного числа короткозамкнутых витков. Гуловым Д.Ю. разработан измерительный комплекс, который может быть включен в общую диагностическую систему мини-ГЭС. Одним из достоинств такого решения при технической реализации является ориентация на доступные электронные компоненты.

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

Научная новизна и теоретическая значимость диссертационной работы определяется, прежде всего, новым решением по применению дополнительной диагностической обмотки для выявления коротких замыканий. Кроме этого, представляет теоретический интерес разработанная цифровая модель электрической машины, в которой якорная обмотка детализирована до отдельных проводников. Такой подход позволяет моделировать различные аварийные ситуации при анализе электромагнитного поля и определять локальные перегревы при расчете тепловых полей.

Практическая ценность результатов работы заключается в том, что в диссертации разработана и экспериментально проверена новая методика диагностики коротких замыканий. В отличие от подходов, основанных на тепловых и магнитных сенсорах, выявляющих локальные перегревы и магнитную несимметрию, разработанная Гуловым Д.Ю. методика является более простой и менее затратной при технической реализации. Цифровая модель анализа теплового состояния электрической машины при различных режимах работы позволяет проводить виртуальные испытания и сокращает число циклов реального прототипирования изделий.

Рекомендации по использованию результатов работы

Работа имеет практическую направленность, и ее результаты можно использовать при разработке автоматизированных мини-ГЭС. Принципы построения цифровых двойников электрических машин и методику разработанной диагностики коротких замыканий можно применять в учебном процессе при подготовке студентов электротехнических специальностей.

Достоверность результатов работы

Полученные результаты согласуются с общей теорией электрических машин. Метод симметричных составляющих и метод конечных элементов являются хорошо проверенными на практике методиками анализа, поэтому основные результаты исследования сомнений не вызывают.

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

Публикации материалов диссертации в аккредитованных изданиях и рейтинговых научных журналах, а также участие Гулова Д.Ю. в международных конференциях говорят о том, что исследования были представлены научному сообществу для анализа и обсуждения основных результатов.

Автореферат отражает основное содержание диссертации и дает представление о разработанных моделях и предложенных методиках. Автореферат структурирован и удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 поверхностно упоминается о характеристике состава электропотребителей; правильнее было бы ее представить в классификационном типизированном виде.

2. При построении функциональной структуры диагностической системы необслуживаемых мини-ГЭС было бы полезно рассмотреть также требования

стандарта МЭК 61850 к таким объектам в части перспектив их интеллектуализации.

3. В главе 2 модель генератора строится на основе параметров и типоразмера одного конкретного генератора. Однако не приведены другие типоразмеры генераторов, которые могут входить в состав мини-ГЭС.

4. Изменения параметров каких переменных приведены на «Рис.3.2.5. График сходимости итерационного процесса минимизации невязки»?

5. Какова размерность сетки конечных элементов для выбранной расчетной модели? Как соотносится число итераций тепловой модели и время переходного процесса при коротких замыканиях?

6. В главе 4 приведены осциллограммы токов при испытаниях витковых замыканий генератора при соединении фаз информационной обмотки в треугольник (рис.4.3.6, рис.4.3.7). Было бы полезным также привести осциллограммы токов при соединении фаз информационной обмотки в звезду и сравнить коэффициенты подобия осциллограмм при моделировании в информационной системе и на испытательном стенде в обоих случаях.

7. В приложении ПЗ было бы целесообразным привести методические указания при работе с прибором ЕЛ-15 и его использовании в составе разработанного измерительного комплекса.

8. В работе имеют место пунктуационные ошибки, погрешности стиля и оформления.

Заключение по диссертации

Отмеченные недостатки не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Диссертация Гулова Д.Ю. на тему «Разработка электротехнического комплекса диагностики аварийных режимов короткого замыкания генераторов гидроэлектростанций малой и средней мощности» 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 (05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»), доцент, заведующий кафедрой микропроцессорных средств автоматизации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»



Петроченков Антон Борисович


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, <http://pstu.ru>


Тел. +7 (342) 239 1821

E-mail: pab@msa.pstu.ru

30 апреля 2021 г.

Подпись Петроченкова А.Б. заверяю 

Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ


Макаревич Владимир Иванович

