

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук

Журавлева Артема Михайловича на диссертационную работу

Прокудина Александра Владимировича «Тиристорное устройство гашения магнитного поля синхронного генератора»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

На отзыв представлены

1. Диссертация «Тиристорное устройство гашения магнитного поля синхронного генератора», содержащая введение, четыре главы, заключение, список литературы из 104 наименования и приложения. Работа выполнена на 193 страницах, содержит 66 рисунков и 10 таблиц.
2. Автореферат диссертации.

Актуальность работы

Особенностями повреждений в цепях обмоток статора и внутренних повреждений мощных синхронных генераторов являются протекание через место короткого замыкания значительных токов, десятки-сотни кА, и отсутствие коммутационных аппаратов, способных прекратить протекание этих токов. Поэтому процесс гашения магнитного поля синхронной машины является единственным способом ограничить развитие аварии. Устройство гашения магнитного поля является неотъемлемым узлом системы возбуждения любого синхронного генератора. От эффективности устройства гашения магнитного поля напрямую зависят последствия короткого замыкания и затраты на восстановление оборудования.

Объектом исследования в диссертации Прокудина Александра Владимировича является тиристорное устройство гашения магнитного поля синхронного генератора. Улучшение характеристик устройств гашения магнитного поля является важным для обеспечения надежности и повышения экономической эффективности работы электроэнергетики Российской Федерации. В виду значительного количества генерирующего оборудования, находящегося в эксплуатации, неизбежно возникающих аварий, можно сделать вывод об актуальности диссертационной работы.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация Прокудина Александра Владимировича изложена логически последовательно, каждый раздел представляет законченную часть и имеет самостоятельное значение для решения поставленных задач.

Во **введении** справедливо обоснованы направления исследований. Четко сформулированы цели и задачи работы. Рассмотрено текущее положение дел в области гашения магнитного поля синхронных генераторов в России и за рубежом.

В первой главе автор обобщает требования норм к устройствам гашения магнитного поля, анализирует электромагнитные процессы в контуре обмотки возбуждения и формулирует критерии идеального процесса гашения магнитного поля, обеспечивающего минимальную длительность процесса. Рассмотрены существующие способы и устройства гашения поля синхронных машин, приведены их достоинства и недостатки, произведена оценка соответствию полученным критериям. Сделано заключение о необходимости развития технологий в данной области. Автором теоретически и экспериментально исследован вопрос снижения времени горения дуги в выключателе при отключении цепей возбуждения генератора. В результате, сформулировано описание требуемой вольтамперной характеристики устройства гашения поля, обоснована необходимость разработки и применения тиристорного устройства гашения магнитного поля синхронного генератора, поставлены задачи исследования.

Во второй главе исследован принцип формирования заданной нелинейной вольтамперной характеристики тиристорным устройством гашения магнитного поля. Для исследуемого устройства составлена схема замещения и получено математическое описание электромагнитных процессов в нем. Разработана аналитическая модель тиристорного устройства гашения магнитного поля, на основе которой произведен анализ его свойств и выделены ключевые параметры. Рассмотрены различные алгоритмы управления устройством и вопросы расширения его функциональных возможностей.

Третья глава посвящена рассмотрению особенностей работы тиристорного устройства гашения поля в составе контура возбуждения реального генератора. Рассмотрен характерный режим внезапного трехфазного короткого замыкания генератора, отличающийся наибольшей амплитудой тока обмотки возбуждения. Рассмотрены и проанализированы, с точки зрения точности получаемых результатов,

четыре подхода к расчету режима устройства гашения поля при внезапном коротком замыкании в цепи статора генератора. Получена методика расчета режима устройства на основе которой выбираются параметры основных его элементов. Исследованы перенапряжения в устройстве и схемотехнические решения по их ограничению. Рассмотрены процессы включения и отключения тиристорных коммутаторов. Разработана методика выбора параметров элементов устройства, ограничивающих перенапряжения и обеспечивающих коммутацию тиристорных.

Четвертая глава посвящена организации, проведению и результатам экспериментальной исследования полученных технических решений на разработанной экспериментальной установке «система возбуждения – синхронный генератор», включающей в себя физическую модель тиристорного устройства гашения магнитного поля. Подробно описана экспериментальная установка, приведены методы получения исходных данных, данные расчета параметров тиристорного устройства гашения поля и результаты его испытаний. Экспериментально установлено, что разработанное тиристорное устройство гашения поля в полной мере выполняет заложенные в него идеи и алгоритмы, обеспечивает формирование заданной вольтамперной характеристики, позволяет снизить время гашения магнитного поля и его работа не сопровождается зажиганием дуги в выключателе. Подтверждена адекватность аналитической модели, полученной ранее.

Заключение содержит основные результаты научных исследований диссертационной работы.

Научные результаты работы

Научную значимость диссертации определяют следующие результаты:

1. Разработан способ формирования управляемой нелинейной вольтамперной характеристики, позволяющий создавать электротехнические устройства с любой, изменяемой во времени, заданной ВАХ, что не достижимо при применении только пассивных элементов.

2. Разработанное тиристорное устройство гашения магнитного поля синхронного генератора, позволяющее снизить время гашения магнитного поля и ограничить распространение повреждений в цепи статора генератора. Устройство также повышает

надежность эксплуатации систем возбуждения синхронных генераторов за счет ограничения времени горения дуги в выключателе цепей возбуждения.

3. Разработанная математическая модель тиристорного устройства гашения магнитного поля, связывающая между собой основные параметры устройства. Позволяет исследовать различные устройства синтезируемой вольтамперной характеристикой, получаемой за счет коммутации линейных резисторов.

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационной работы определяется результатами исследований и их внедрением. Дооснащение эксплуатируемых систем возбуждения тиристорным устройством гашения магнитного поля, использующих в качестве гасящего элемента непереключаемый линейный резистор позволяет сократить длительность аварийных процессов в генераторе. Применение разработанного устройства в новых системах возбуждения, как ожидается, приведет к снижению стоимости и повышению надежности оборудования. Результаты работы внедрены в учебный процесс ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» и по ним получен положительный отзыв от специалистов генерирующей компании.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В процессе исследований автором был корректно применен математический аппарат, положения теорий электрических цепей и электрических машин. Результаты теоретических исследований, выполненных с использованием аналитической математической модели, с учетом погрешностей и принятых допущений, подтверждены результатами эксперимента на физической модели устройства. Сделанные выводы основаны на результатах диссертационного исследования, полностью обоснованы и обладают научной новизной.

Апробация работы и публикации

Опубликованные автором работы соответствуют содержанию диссертации. В полном объеме работа докладывалась и обсуждалась на всероссийских и международных

конференциях. По результатам исследований также был зарегистрирован патент на полезную модель.

Автореферат соответствует диссертационной работе по цели, задачам исследования, основным положениям, актуальности, научной и практической значимости, новизне и достоверности.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют формуле и области исследования п.п. 1,2,3,4 паспорта научной специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Замечания по диссертационной работе

1. В текстах диссертации и автореферате присутствуют небрежности в оформлении: на стр. 73 диссертации заголовок п. 2.5 находится внизу страницы, в автореферате (стр. 16) подрисуночная надпись перешла на следующую страницу.

2. При оценке результатов экспериментальных исследований (п. 4.2) отсутствует расчет погрешности измерений.

3. Замечание к схеме и алгоритму работы разработанного устройства: отключение ключа короткозамыкателя производится после полного отключения выключателя цепей обмотки возбуждения но факт погасания дуги не фиксируется, что может привести к повреждению коммутационного аппарата. При этом в одном из рассмотренных прототипов схемы (рис. 1.4.5, стр. 37) фиксация гашения дуги предусмотрена.

4. Отсутствуют исследования режима работы цепи короткозамыкателя, без результатов которых невозможен правильный выбор элементов этой части устройства.

5. Нет обоснования введения периодического сброса состояния гасящих цепей. Почему бы не переключать гасящие цепи строго в необходимые моменты времени?

6. Подробно не описывается методика выбора уставок пороговых устройств коммутаторов гасящих цепей.

Заключение

Диссертация Прокудина Александра Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, обладающей признаками актуальности, новизны и практической значимости. В ней изложены новые научно-обоснованные технические решения и разработки по созданию и реализации на практике полупроводниковых

устройств гашения магнитного поля синхронных генераторов, имеющие существенное значение для развития электроэнергетики страны.

Диссертационная работа «Тиристорное устройство гашения магнитного поля синхронного генератора» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук согласно п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 №842), а ее автор Прокудин Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Официальный оппонент
кандидат технических наук, инженер по
работе с проектными институтами ООО
«Феникс Контакт РУС»



11.05.2011

Журавлев Артем Михайлович

Адрес: 119619, г. Москва, Новомещерский проезд, д. 9, стр. 1, пом/ком I/88
тел.: 8-919-125-73-78;
e-mail: zhura-74@yandex.ru

Кандидатская диссертация Журавлева А.М. защищена по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Подпись Журавлева А.М. заверяю

Директор по маркетингу
Горюхино Д.И.