

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента
Хакимьянова Марата Ильгизовича на диссертационную работу
Прокудина Александра Владимировича «Тиристорное устройство гашения
магнитного поля синхронного генератора»,
представленной 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 наименований и приложений. Работа представлена на 193 страницах, содержит 66 рисунков и 10 таблиц;
2. Автореферат диссертации.

Актуальность работы

Объектом исследования в диссертации Прокудина Александра Владимировича являются устройства гашения магнитного поля синхронных генераторов, используемые на электростанциях. Доля электростанций с синхронными генераторами составляет в РФ 98,7% от общей мощности электрогенерирующих объектов. Общее количество синхронных генераторов, работающих в объединенной энергосистеме, достигает тысячи штук.

При таком большом объеме оборудования остро встает вопрос предотвращения аварий и минимизации ущерба от них. Известно, что для снижения ущерба от аварии необходимо в наикратчайшие сроки прекратить протекание тока через место повреждения. Это достигается отключением выключателя между источником электроэнергии и местом повреждения. Однако, в случае аварии на выводах статора генератора или в самом генераторе, где нет никаких коммутационных аппаратов, уменьшить время протекания тока через место повреждения можно только за счет прекращения выработки электроэнергии самим генератором или принудительным быстрым ослаблением магнитного поля.

Поэтому разработка, исследования и совершенствование устройств гашения магнитного поля, их схемотехники и алгоритмов управления являются актуальными задачами.

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 обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, обоснованы научная новизна и практическое значение результатов, представлены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе автор рассматривает требования к системам возбуждения синхронных генераторов и устройствам гашения магнитного поля в их составе, анализирует электромагнитные процессы в цепи обмотки возбуждения при гашении магнитного поля. Автором выполнена оценка существующих способов гашения магнитного поля синхронных генераторов, по результатам которой делается заключение о целесообразности совершенствования способов гашения магнитного поля и введении управляемой вольтамперной характеристики (ВАХ) гасящего элемента.

Во второй главе предложена схема тиристорного устройства гашения магнитного поля (ТУГП) в составе системы возбуждения. Описывается его работа, построена вольтамперная характеристика ТУГП. Выполнены исследования, результаты которых позволили сформулировать теоретические основы, необходимые для применения ТУГП с синтезируемой ВАХ в составе систем возбуждения синхронных генераторов, оценить влияние параметров устройства на процесс гашения магнитного поля и выработать основные рекомендации по выбору их значений.

Третья глава посвящена вопросам работы тиристорного устройства при гашении магнитного поля реальных синхронных генераторов с учетом особенностей их конструкции и режимов. Рассмотрены подходы к определению параметров режима ТУГП при трехфазном коротком замыкании в цепи статора генератора. На основе результатов исследований, приведенные в главе 3, сформулированы теоретическая и расчетная база, выявлены нюансы работы ТУГП, доработаны и уточнены рекомендации по практической реализации тиристорного устройства гашения магнитного поля для применения с реальными серийными синхронными генераторами.

Четвертая глава посвящена экспериментальной проверке результатов теоретических исследований, полученных в предыдущих главах, оценке достоверности математической модели и правильности методики определения параметров элементов тиристорного устройства гашения магнитного поля. Для достижения поставленной цели разработана экспериментальная установка «синхронный генератор – система возбуждения», содержащая физическую модель тиристорного устройства гашения магнитного поля.

Заключение содержит основные результаты научных исследований диссертационной работы.

Научные результаты работы

Научную значимость диссертации определяют следующие результаты:

1. Предложен новый принцип формирования управляемой вольтамперной характеристики устройства гашения магнитного поля синхронного генератора, позволяющий, за счет ступенчатого изменения эквивалентного сопротивления

устройства и числа параллельно включенных линейных резисторов, получить заданную ВАХ и снизить время гашения магнитного поля.

2. Получено теоретическое описание электромагнитных процессов в контуре обмотки возбуждения в различных режимах синхронного генератора, отличающееся тем, что учтена работа тиристорного устройства гашения магнитного поля, в результате чего определены режимы элементов устройства, установлено влияние параметров и настроек тиристорного устройства на динамику процесса гашения магнитного поля синхронного генератора, найдены оптимальные значения параметров устройства, обеспечивающие минимальное время гашения магнитного поля, выявлены критические параметры режима, влияющие на выбор элементов устройства.

3. Предложен алгоритм управления гасящими цепями устройства гашения магнитного поля, построенный на основе системы двоичного исчисления, многократно увеличивающий число формируемых ступеней в вольтамперной характеристике устройства, что повышает качество синтезирования ВАХ.

Практическая значимость работы

1. Разработано и экспериментально исследовано тиристорное устройство гашения магнитного поля синхронного генератора, применение которого позволило уменьшить длительность процесса гашения магнитного поля в 3–4 раза по сравнению с устройствами, использующими непереключаемый линейный резистор.

2. Получены рекомендации по рациональному выбору параметров тиристорного устройства гашения магнитного поля и его элементов, при котором достигается минимальная длительность процесса гашения магнитного поля, обеспечивается блокирование зажигания дуги в выключателе цепей возбуждения.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В процессе исследований автором был корректно применен аппарат линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и электрических цепей, численные методы решения систем линейных уравнений, экспериментальные исследования на физической модели. 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 научно-технических 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. Приведенная в работе ВАХ устройства гашения магнитного поля в осях «ток-напряжение-время» (рисунок 1 автореферата, рисунок 1.5.5 диссертации) не меняется относительно оси тока. Непонятно, зачем в таком случае было строить трехмерный график, достаточно было построить зависимость напряжения от времени, и указать, что такая зависимость должна иметь место при всех значениях тока.

2. Автореферат содержит много текстовых описаний электрических схем ТУГП, испытательной установки, при этом графически эти схемы в автореферате не показаны, что затрудняет восприятие материала. Достаточно сложно воспринимать электрические схемы по текстовому описанию, если они важны, следовало привести их изображения.

3. На графике среднего и мгновенного напряжения на обмотке возбуждения при гашении поля устройством с четырьмя ступенями (рисунок 1.4.3 диссертации) совсем не обозначены оси, ни физические величины, ни единицы измерения.

4. В первой главе диссертации приведены результаты экспериментального исследования процесса горения дуги. Обычно результаты экспериментов приводят в последней главе работы.

5. Разработанная автором схема тиристорного устройства гашения поля приведена в диссертации дважды - на рисунках 1.4.6 и 2.1.1.

6. На стр. 74 и 86 диссертации встречаются фразы "Согласно требованиям ГОСТ устройство гашения...", "Согласно ГОСТ...". Не совсем корректно ссылаться на государственный стандарт, не указывая его номер.

7. Выводы отдельных глав диссертации более обширны, чем выводы диссертации в целом. Так глава 2 содержит 12 выводов, включая формулу и таблицу, глава 3 содержит 14 выводов, тогда как диссертация в целом имеет только 6 выводов. Нет смысла в выводах дублировать формулы и таблицы, которые уже были приведены внутри главы.

8. Из работы непонятно, одинаковое ли сопротивление имеют параллельно включенные резисторы ТУГП?

9. Процесс гашения дуги должен проходить достаточно быстро. Рассматривались ли автором требования к динамическим характеристикам тиристорных ключей и их влияние на работу ТУГП?

Указанные недостатки не являются принципиальными и не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.


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 тиристорных устройств гашения магнитного поля синхронных генераторов, имеющие существенное значение для развития электрогенерации в стране.

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

доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой электротехники
и электрооборудования предприятий
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»


06.06.2022

Хакимьянов Марат Ильгизович

Адрес: 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1 тел.: (347) 2420759;
e-mail: hakimyanovmi@gmail.com

Докторская диссертация Хакимьянова М.И. защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Подпись Хакимьянова М.И.
заверяю, проректор по научной
и инновационной работе, к.т.н.



Рабаев Руслан Уралович