

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

СИРОТКИНА Евгения Анатольевича

«Система аварийного торможения ветроэнергетической установки»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых
видов энергии

1. Актуальность темы исследования

Эксплуатация ветроэнергетических установок при повышенных скоростях ветра сопряжена с риском возникновения аварийных ситуаций. Наиболее частыми типами аварийных ситуаций являются: разрушение лопастей ротора ветроэнергетической установки, выход из строя электрического генератора, повреждение механических элементов ветроэнергетической установки. Для предотвращения возникновения этих и других аварийных ситуаций приходится использовать системы аварийного торможения. Кроме того, о необходимости использования аварийных систем торможения на ветроэнергетических установках не случайно приводятся требования ГОСТ Р 51991-2002.

Предложенная в диссертации система аварийного торможения позволяет решить ряд задач в устраниении указанной проблемы.

2. Анализ содержания диссертации

Диссертация Сироткина Е.А. состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 133 наименований, 2 приложений, содержит 141 страницу, включая 65 рисунков и 9 таблиц.

В *введении* дана общая характеристика работы, обоснована ее актуальность, представлены цели, задачи, выносимые на защиту положения, описана научная новизна и практическая значимость результатов.

В *первой главе* приведена история развития ветроэнергетики, актуальность и особенности эксплуатации ветроэнергетических установок, анализ существующих систем и способов аварийного торможения, анализ статистических данных по авариям на ветроэнергетических установках, сформулированы требования, предъявляемые к системам аварийного торможения ветроэнергетических установок.

Во *второй главе* описан состав предлагаемой системы аварийного торможения ветроэнергетической установки, приведено математическое

описание работы системы аварийного торможения, разработана универсальная компьютерная модель системы в программной среде MATLAB Simulink.

В третьей главе предложена конструкция системы аварийного торможения для вертикально-осевой ветроэнергетической установки мощностью 3 кВт, внесены данные спроектированной системы аварийного торможения в компьютерную модель, проведено компьютерное моделирование, проведен расчет устойчивости спроектированной системы аварийного торможения, проведено экспериментальное исследование. Выполнено сравнение результатов компьютерного моделирования и экспериментального исследования.

В четвертой главе предложен способ реализации электронной составляющей спроектированной системы аварийного торможения для вертикально-осевой ветроэнергетической установки мощностью 3 кВт, произведен расчет резервного источника питания.

В заключении приведены основные выводы и обобщены полученные в диссертационной работе результаты.

В приложениях содержатся расчетные данные редуктора системы аварийного торможения и программный код программы управления для микроконтроллера.

3. Соответствие диссертации паспорту специальности

Содержание диссертации в целом соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии:

п.2 Теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на базе возобновляемых видов энергии с целью оптимизации их параметров и режимов использования.

п.4 Разработка научных подходов, методов, алгоритмов и программ, информационного обеспечения для контроля и диагностики, оценки надежности оборудования, энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов в целом.

4. Методы исследования

При выполнении работы автором использовались методы математического моделирования для теоретического описания системы аварийного торможения ВЭУ. При расчете редуктора использовалась методика проектирования передач зацеплением с применением ЭВМ, предложенная Устиновским Е.П..

Для реализации компьютерной модели системы аварийного торможения ВЭУ применялась среда MATLAB Simulink, а для проектирования конструкции системы торможения использовался программный комплекс САПР SolidWorks.

5. Степень обоснованности положений и достоверности результатов

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов базируется на использовании известных положений механики, аэродинамики, электромеханики, теории автоматического управления, методов моделирования с применением ЭВМ и подтверждается результатами исследования на экспериментальном стенде.

Полученные результаты в целом не противоречат исследованиям, выполненным другими авторами и применяемыми на практике.

Однако, автором в том числе должны были бы исследоваться конструктивные и режимные параметры системы торможения. Если это система - должна быть раскрыта взаимосвязь между параметрами. В работе не приведены эти параметры, тем более их оптимизация, хотя в тексте говориться о возможности оптимизации в ходе проектирования. Не ясно, что оптимизировать и как.

6. Новизна научных положений и выводов

Новизна представленной на отзыв диссертационной работы определяется в первую очередь тем, что разработана новая компьютерная модель системы аварийного торможения ветроэнергетической установки, представляющая наиболее полную информацию о текущем состоянии как самой ветроэнергетической установки, так и об исполнительных элементах системы торможения.

Наиболее значимыми новыми результатами, полученными в диссертационной работе, являются:

- впервые обобщенные статистические данные по авариям ветроэнергетических установок по всему миру;
- расширенное математическое описание процессов, влияющих на принятие решения о необходимости торможения ветроэнергетической установки;
- новая конструкция системы аварийного торможения;
- новый алгоритм работы системы аварийного торможения;
- анализ и сравнение результатов компьютерного моделирования и экспериментального исследования.

7. Практическая значимость и использование результатов диссертационной работы

В рамках диссертационной работы автором была разработана конструкция системы аварийного торможения, которая может быть применена на вертикально-осевой ветроэнергетической установке мощностью 3 кВт. Также, для указанной ветроэнергетической установки была разработана программа управления, позволяющая работать как автономно, так и взаимосвязано с основной системой управления ветроэнергетической установки. Кроме того, автор утверждает, что созданная им универсальная компьютерная модель системы аварийного торможения ветроэнергетической установки может быть использована разработчиками систем торможения на этапе проектирования ВЭУ для оценки эффективности и оптимизации разрабатываемой системы.

Результаты диссертации получили внедрение на предприятиях: ООО НПП «Учтех-ПРОФИ», ООО НИИ «Уралмет» и ООО «Инпромавтоматика». Кроме того, результаты работы используются в образовательном процессе ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)».

8. Публикация основных результатов диссертационной работы

По теме диссертации опубликовано 16 работ в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, из них 7 статей индексируется научометрическими базами Scopus и Web of Science, получено 3 патента РФ на полезные модели и 1 Свидетельство на программу ЭВМ.

9. Вопросы и замечания по содержанию диссертационной работы

В актуальности темы недостаточно, на взгляд официального оппонента, обоснована необходимость предлагаемой системы торможения: как быть с лопастями (45% аварий), если тормозится вал ротора? напор ветра будет действовать на лопасти и при торможении увеличивается вероятность поломки;

- не всегда ясно, какие ВЭУ по оси вращения рассматриваются и причины аварий, т.к. подавляющее большинство ВЭУ и в России, и в мире относятся к 1 классу (горизонтальная ось вращения), следовало бы отразить эту сторону или классифицировать;

- не показана возрастающая динамика ввода в строй ВЭУ в России, с демонстрацией долей ВЭУ первого и второго (вертикальная ось) класса. Отсюда, возможно, следовал бы более аргументированный вывод о необходимости описываемой в диссертации системы торможения для вертикальной ВЭУ.

- цель работы сформулирована таким образом, что не совсем отвечает требованиям паспорта специальности. Соответственно, название диссертации

не точно отражает паспорт специальности, а также не акцентирует внимание на научности. В названии, на мой взгляд, должно быть: что разработано или обосновано, как результат научной работы.

- в практической части рассмотрена система торможения, которая больше относится к механике движения без привязки к режимам поступления энергии ветра и работы ВЭУ;

- автором в диссертации не показаны результаты исследования взаимосвязи рассматриваемого объекта с режимом поступления возобновляемой энергии, согласно требованиям, указанным в паспорте специальности;

- экспериментальные исследования (глава 3, раздел 6) проведены на стенде, но отсутствуют натурные эксперименты на существующей в арсенале Южно-Уральского государственного университета ВЭУ-3. Экспериментальный стенд, показанный на рис.3.6.1 имеет горизонтальную ось вращения, в то время как речь в диссертации идет о ВЭУ с вертикальной осью.

- в диссертации недостаточно показано сравнение теоретических и экспериментальных исследований.

- в выводах (п.1,п.2 и др., кроме п.5) нигде не указывается, для какого класса ВЭУ выполнены исследования, что ведет к вероятному обобществлению причин поломок ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осями ветроколес.

- по перспективам дальнейших исследований было бы актуальным показать перенос разработанной системы аварийного торможения на ВЭУ с горизонтальной осью, которых в мире –подавляющее большинство.

Вопросы:

1. Экспериментальный стенд, показанный на рис.3.6.1 и 3.6.7., имеет горизонтальную ось вращения, в то время как речь в диссертации идет о ВЭУ с вертикальной осью. Как изменится расчет устойчивости системы аварийного торможения в математической модели с учетом горизонтального расположения оси ВЭУ?
2. Насколько сложно изготовление исполнительного механизма системы аварийного торможения ветроэнергетической установки с технологической точки зрения?
3. Потребуется ли для замены тормозных элементов демонтаж ветроэнергетической установки?
4. Какая система торможения используется на вертикально-осевой ветроэнергетической установки мощностью 3 кВт на данный момент? В чем ее недостатки?

10. Соответствие диссертации критериям положения о присуждении ученых степеней

Не смотря на ряд критических замечаний, считаю, что диссертантом выполнен значительный объем исследований, а содержание диссертации соответствует поставленным задачам и отражает последовательность их решения. Диссертация написана логичным, понятным языком, большинство выводов и рекомендаций изложены аргументировано. Работа Сироткина Е.А. отвечает критериям, которые установлены Положением о присуждении ученых степеней ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

11. Общее заключение

Диссертационная работа Сироткина Евгения Анатольевича «Система аварийного торможения ветроэнергетической установки» является самостоятельной, законченной, актуальной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а соискатель Сироткин Евгений Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Официальный оппонент

профессор кафедры атомных станций и возобновляемых источников энергии ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
доктор технических наук,

доцент

Велькин Владимир Иванович

Сведения:

11.11.2020 г.

Полное наименование организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Адрес: Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 19

Телефон: +7 (343) 375-47-78

Электронная почта: v.i.velkin@urfu.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

