ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук
Николаева Владимира Геннадьевича на диссертационную работу
Сироткина Евгения Анатольевича «Система аварийного торможения
ветроэнергетической установки» по специальности 05.14.08 –
Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии, представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук в
диссертационный совет УрФУ 05.03.04

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы.

1. Актуальность темы

Рассматриваемая диссертационная работа выполнялась в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск.

Вопросы, связанные с обеспечением безопасности эксплуатации ветроэнергетических установок, являются чрезвычайно важными как в мировой энергетике, так и в российской. История эксплуатации ветроэнергетических установок показывает, что существует ряд природных и техногенных факторов, которые могут приводить к авариям на ветроагрегатах. Данная диссертационная работа посвящена повышению безопасности ветроэнергетических установок с помощью применения системы аварийного торможения. Система аварийного торможения предназначена для предотвращения выхода из строя основных узлов ветроэнергетической установки. С учетом того, что рынок ветроэнергетических установок динамично развивается в настоящее время, а число аварийных случаев находится на достаточно высоком уровне, актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений.

2. Анализ содержания диссертационной работы

Диссертация Сироткина Евгения Анатольевича состоит из введения, четырех глав, заключения и четырех приложений. Полный объем

Вх. №05-1911-Во
20.03.20г.

диссертации составляет 141 страницу текста с 65 рисунками и 9 таблицами. Список литературы содержит 133 наименования.

Во введении представлены основные положения, выносимые на защиту, краткая характеристика работы, показаны актуальность и степень разработанности темы исследования. Обозначены объект и предмет исследования, цель диссертационной работы, задачи и методы исследований.

Можно отметить, что при анализе актуальности работы весьма подробно приведены данные по авариям на ветроэнергетических установках, однако не уточняется средний безаварийный период работы ветроагрегатов.

Первая глава поднимает ключевые вопросы особенностей эксплуатации ветроэнергетических установок, соискатель приводит исторический обзор развития ветроэнергетики в целом и обозначает основные проблемы применения ветроэнергетических установок в РФ. Показано, что для обеспечения безопасности эксплуатации ветроэнергетических установок в суровых климатических условиях необходимо оснащать их системами аварийного торможения. Приводится анализ существующих решений и обосновывается, что в качестве наиболее надежного способа торможения ветроэнергетической установки предпочтительнее применять механический способ торможения.

Во второй главе приводятся разработанные соискателем математическое описание механической системы аварийного торможения и алгоритм работы системы, на основе которых была разработана и представлена универсальная компьютерная модель, предназначенная для имитации работы системы аварийного торможения в составе ветроэнергетической установки. Модель включает в себя приводной блок, механический тормозной блок, набор датчиков и контроллер. Такая модель позволяет на этапе проектирования систем торможения изучать ее влияние на процесс эксплуатации ВЭУ и проводить оптимизацию параметров разрабатываемой системы.

Третья глава посвящена разработке конструкции системы аварийного торможения для вертикально-осевой ветроэнергетической установки и исследованию эффективности ее применения. Для конструкции системы аварийного торможения был рассчитан и спроектирован четырехступенчатый планетарный редуктор, разработан трехкулачковый тормозной механизм и выбран электромотор. Численные параметры вертикально-осевой ветроэнергетической установки и спроектированной системы торможения были загружены в универсальную компьютерную

модель, после чего проведено компьютерное моделирование работы ВЭУ с интегрированной в нее системой торможения. Также, представлен расчет устойчивости системы торможения. Соискателем было проведено экспериментальное исследование работы системы аварийного торможения на имитационном стенде ветроэнергетической установки, подтверждающее корректность результатов, полученных в ходе компьютерного моделирования, и корректность созданной компьютерной модели в целом.

В четвертой главе приводится описание электронной компонентной базы системы аварийного торможения для вертикально-осевой ВЭУ, приводится расчет емкости резервного источника питания системы. Соискателем представлены функциональная схема системы торможения и схема электрических соединений.

В заключении диссертации приведены выводы по основным результатам работы и перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Диссертация написана логически последовательно, корректным с научной и технической точки зрения языком. Структурное построение и редакционное оформление диссертации замечаний не вызывает.

3. Соответствие диссертации паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии, а именно пунктам:

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

В работе применялось компьютерное моделирование в программной среде MATLAB, в программном комплексе SolidWorks. Использовалась методика расчета зубчатых передач с зацеплением.

5. Достоверность и обоснованность положений и выводов, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается аргументированностью исходных данных, вытекающих из известных положений механики, аэродинамики, электромеханики и теории автоматизированного управления, удовлетворительным совпадением результатов теоретических исследований с результатами натурных экспериментов, выполненных в реальных условиях. При решении поставленных задач использованы математический аппарат механики и термодинамики, методы математического моделирования, программные пакеты MATLAB Simulink и SolidWorks Flow Simulation.

6. Научная новизна исследования

В качестве элементов научной новизны диссертационной работы следует отметить:

– новое математическое описание процессов, влияющих на принятие решения о необходимости торможения ветроэнергетической установки;

– общемировые статистические данные по авариям на ветроэнергетических установках.

7. Практическая значимость работы

Практическая ценность диссертационной работы состоит в том, что использование ее результатов, а именно, универсальной компьютерной модели системы аварийного торможения ветроэнергетической установки позволит разработчикам существенно ускорить процесс проектирования и отладки таких систем. Также, разработанная система торможения для вертикально-осевой ветроэнергетической установки позволяет существенно расширить географию ее эксплуатации. Можно надеяться, что предлагаемое в работе решение будет способствовать широкому внедрению в ветроэнергетической промышленности. Положительным в оценке практической значимости работы является разработка не только теоретических основ управления системой торможения, но и собственно само программное обеспечение, разработанное для контроллера.

Результаты диссертационной работы получили внедрения как в отрасли промышленности, так и в учебно-образовательной сфере, что подтверждается Актами внедрения.

8. Отличие выполненных исследований от других работ

Существующие научные работы, относящиеся к теме систем аварийного торможения ветроэнергетических установок, не учитывают степень нагрева тормозных элементов, что делает процесс работы системы торможения непредсказуемым при длительном торможении. Кроме того, предложенная автором диссертации конструкция исполнительного механизма системы аварийного торможения является уникальным сочетанием компактности и высокого тормозного момента и не встречается в работах других авторов.

9. Личный вклад автора

Автором расширена компьютерная модель ветроэнергетической установки, разработанная Мартьяновым А.С., а именно автор интегрировал в модель раздел системы аварийного торможения. Автор самостоятельно разработал алгоритм работы для микроконтроллера системы аварийного торможения ветроэнергетической установки и составил более полное математическое описание процесса торможения ветроэнергетической установки из известных ранее математических уравнений.

10. Апробация работы и публикации

Опубликованные автором работы соответствуют содержанию диссертации. По результатам исследований опубликовано 16 работ в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК, из них 7 статей индексируется наукометрическими базами Scopus и Web of Science, получено 3 патента РФ на полезные модели и 1 свидетельство на программу ЭВМ. В опубликованных совместных работах постановка и исследование задач осуществлялось совместными усилиями соавторов при непосредственном активном участии соискателя.

Апробация материалов осуществлялась достаточно широко на семинарах, форумах, университетских, всероссийских и международных конференциях.

Автореферат диссертации соответствует диссертационной работе по всем квалификационным признакам, а именно: по цели, задачам и основным

положениям, определениям актуальности, новизны и достоверности, научной и практической значимости и др.

11. Замечания и дискуссионные положения

По содержанию диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. На стр. 38 отсутствует пояснение к переменной «$i_{пр}$» на блок-схеме алгоритма работы системы аварийного торможения ветроэнергетической установки.

2. На стр. 42 и 43 не приведено описание как именно реализован блок датчика тока в компьютерной модели.

3. На стр. 49 аргументация выбора минимального тормозного момента представляется весьма поверхностной.

4. Не приведено обоснование выбора интервалов в исходных значениях скорости ветра (11, 15, 20 и 25 м/с) при осуществлении компьютерного моделирования работы системы аварийного торможения ВЭУ.

5. В работе приводятся блок-схемы моделей объектов в пакете MATLAB Simulink, в которых отсутствуют обозначения переменных, принятых в исходных математических выражениях, положенных в основу разработки моделей. Расчетные диаграммы, полученные в результате компьютерного моделирования и экспериментального исследования, не содержат наглядных поясняющих надписей.

6. Имеются отдельные неточности и описки в изложении, например, на стр. 78, 85 и др.

12. Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Таким образом, диссертационная работа Е.А. Сироткина полностью соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ.

13. Общее заключение по диссертации

Диссертация Сироткина Е.А. является завершенной научно-исследовательской работой, в которой дано новое решение актуальной научно-технической задачи – разработки систем аварийного торможения

ветроэнергетических установок с подтверждением результатов теоретических исследований натурным экспериментом. Автор диссертации показал,что он в полной мере владеет научными методами исследования, может самостоятельно ставить и решать актуальные научно-технические задачи.

По совокупности перечисленных в отзыве качеств данная диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сироткин Евгений Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии.

Официальный оппонент,
директор Автономной некоммерческой
организации«Научно-информационный
центр «Атмограф»,
доктор технических наук, Николаев Владимир Геннадьевич

17.03.2020

Сведения:

Полное наименование организации:

Автономная некоммерческая организация «Научно-информационный центр «Атмограф»

Юридический адрес организации: 117335, г. Москва, ул. Профсоюзная 70, оф. 13.

Телефон: +79160688546

E-mail: atmograph@gmail.com

Подпись Николаева Владимира Геннадьевича заверяю.
Зам. директора АНО НИЦ «Атмограф» Кудряшов Ю.И.