



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Абдуллазянов Э.Ю.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

Диссертация «Совершенствование конструкции синхронной электрической машины возвратно-поступательного действия с применением генетического алгоритма» выполнена на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Копылов Андрей Михайлович работал в ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» в должности ассистента (с сентября 2014 – по настоящее время) кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий».

В 2014 г. Копылов А.М. окончил ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет» с присуждением степени магистра по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника», диплом № 101618 0307582 от 09 июля 2014 года.

С 2014 г. по 2018 г. Копылов А.М. обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Документ об обучении в аспирантуре и сданных кандидатских экзаменах выдан в 2018 г. в ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Научный руководитель – Сафин Альфред Робертович, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий».

По итогам обсуждения диссертации «Совершенствование конструкции синхронной электрической машины возвратно-поступательного действия с применением генетического алгоритма» принято следующее заключение.

1. Актуальность

В настоящее время подавляющая часть электрической энергии в Российской Федерации вырабатывается на крупных электростанциях и распространяется по электрическим сетям общего пользования. Тем не менее, по разным оценкам, 60 – 70% территории России не охвачены централизованным электроснабжением. На этой территории проживает более 20 млн. человек и жизнедеятельность людей обеспечивается главным образом средствами малой и микро- энергетики.

Традиционно измеренные потери при передаче электроэнергии составляют 12 – 18% на одну линию электропередачи и трансформаторную подстанцию. Энергетическая эффективность использования первичного топлива (природного газа) в централизованных схемах составляет 10 – 20%, а ремонты и техническое обслуживание требуют трудозатрат 6,7 человека на одни мегаватт суммарной энергии (электрическая и тепловая энергия) в электрогенерирующих и электросетевых компаниях, а также 60 – 90 человек на один мегаватт в коммунальном секторе.

При этом прокладка линий электропередачи при подключении новых потребителей к электросетям сегодня является одним из главных сдерживающих факторов к появлению новых независимых производств.

Энергетическая стратегия России на период до 2030 года определила развитие малой энергетики в качестве одного из ключевых направлений развития энергетического сектора. В стране уже сегодня функционируют порядка 50 тысяч объектов малой распределенной генерации. Однако в ближайшие 7 – 10 лет поставлена задача в несколько раз увеличить их суммарную установленную мощность, которая в настоящее время составляет 12 ГВт, и увеличить на них производство электроэнергии (сейчас – 24 млрд кВт.ч) с целью еще более надежного электроснабжения потребителей (по официальным данным Министерства энергетики Российской Федерации).

В настоящее время широкое распространение получают энергоустановки малой и микро- энергетики с энергетическими модулями мощностью до 100 кВт на основе двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

В этих установках для генерации электроэнергии за счет преобразования механической энергии движения поршней ДВС оптимально использовать линейные электрические машины возвратно-поступательного действия (ЭМВПД).

Задачи конструирования, испытания и исследования ЭМВПД рассмотрены в работах М.Я. Хитерера, И.Е. Овчинникова, А.И. Москвитина, М.М. Соколова, Л.К. Сорокина, Е.В. Козаченко, И.В. Черных, Ф.Н. Сарапулова, Р.Т. Шрейнера, Л.В. Клименко, Ю.Ф. Антонова, А.А. Зайцева, Е.В. Сергеенковой, F. Milanesi, N. Bianchi, S. Bolognani, H. Polinder и других.

Однако большинство методов, рассмотренных в работах вышеперечисленных авторов, ограничено оптимизацией нескольких параметров, определяющих форму отдельных элементов конструкции ЭМВПД.

Таким образом, исследование и поиск перспективных конструкций, проработка и выбор оптимальных конструктивных решений для ЭМВПД, проектирование топологии структуры электрической машины в заданном пространстве являются актуальной научной задачей.

2. Научная новизна результатов работы

Научная новизна характеризуется тем, что были получены следующие результаты:

1. Разработана имитационная программная модель синхронной ЭМВПД с постоянными магнитами (ПМ), учитывающая конструктивные параметры электрической машины, а также усилия на вал индуктора и длину его хода.

2. Разработаны алгоритмы и программы для оптимизации конструктивных параметров статора и индуктора синхронной ЭМВПД с ПМ. Критерием оптимизации является КПД при заданных условиях.

3. Разработан генетический алгоритм для топологической оптимизации индуктора синхронной ЭМВПД с ПМ.

3. Научная и практическая значимость результатов

Научные результаты работы могут применяться для повышения энергетической эффективности электромеханических линейных преобразователей при заданных условиях с применением генетического алгоритма.

Практическая значимость результатов работы состоит в повышении качества проектирования электромеханических линейных преобразователей.

4. Личное участие автора в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации

Результаты, представленные в диссертации и отраженные в публикациях, получены при непосредственном участии соискателя. Автор принимал участие в разработке математической модели синхронной ЭМВПД с ПМ, разработке методики выбора конструктивных параметров синхронной ЭМВПД с ПМ, создании генетического алгоритма для топологической оптимизации индуктора синхронной ЭМВПД с ПМ, обработке расчетных и экспериментальных данных.

5. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность и обоснованность теоретических результатов и выводов диссертации достигается использованием при решении поставленных задач математических методов, экспериментальной обоснованностью принятых допущений, сопоставлением результатов с общеизвестными, опубликованными в научно-технической литературе исследованиями.

6. Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация соответствует специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты» в части:

1. Разработанная модель синхронной ЭМВПД с ПМ, учитывающая конструктивные параметры электрической машины, а также усилия на вал индуктора и длину его хода, соответствует п. 2 «Разработка научных основ создания и совершенствования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов».

2. Разработанные алгоритмы и программы для оптимизации конструктивных параметров статора и индуктора синхронной ЭМВПД с ПМ, а также генетический алгоритм для топологической оптимизации индуктора синхронной ЭМВПД с ПМ соответствуют п. 5 «Разработка подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих проектирование, надежность, контроль и диагностику функционирования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов в процессе эксплуатации, в составе рабочих комплексов».

7. Полнота изложения результатов диссертации в работах, опубликованных автором

Основное содержание диссертации изложено в 14 печатных работах, из них 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных SCOPUS / Web Of Science, 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России (в том числе 2 статьи в журнале, входящем в перечень ВАК Минобрнауки России по специальности диссертации), 5 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ и 3 публикации в материалах всероссийских и международных научных конференций.

*Статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых
в международной базе данных SCOPUS / Web Of Science*

1. Kopylov, A.M. Numerical Modeling of Dynamic Processes of the reciprocating reversible Electrical Machine / I.V. Ivshin, A.M. Kopylov, A.R. Safin // Applied Mechanics and Materials: Trans Tech Publications, Switzerland.. – 2015. – Vol. 792. – С. 134-142. 9 с. / 3 с.

2. Kopylov, A.M. Selection And Justification Of Design Parameters For Reversible Reciprocating Electric Machine / I.V. Ivshin, A.R. Safin, A.N. Tsvetkov, A.M. Kopylov // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – № 12. – С. 31427-31440. 14 с. / 5 с.

*Статьи, опубликованные в журналах из Перечня ВАК
Минобрнауки России*

3. Копылов, А.М. Определение предельных эффективных конструктивных параметров и технических характеристик обратимой электрической машины возвратно-поступательного действия / А.М. Копылов, И.В. Ившин, А.Р. Сафин, Р.Р. Гибадуллин, Р.Ш. Мисбахов // Энергетика Татарстана. – 2015. – № 4(40). – С. 75–81. 7 с. / 2 с.

4. Копылов, А.М. Разработка электрической машины возвратно-поступательного действия модульного типа / А.М. Копылов, А.Р. Сафин, Р.Р. Гибадуллин, Л.В. Долманюк, А.Н. Цветков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – №9-10. – С. 102 – 108. 7 с. / 2 с.

5. Копылов, А.М. Выбор и оптимизация конструктивных параметров обратимой электрической машины возвратно-поступательного движения / А.Р. Сафин, И.В. Ившин, А.М. Копылов, Е.И. Грачева, А.Н. Цветков // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2017. – №3. – С. 10 – 17. 8 с. / 2 с.

6. Копылов, А.М. Разработка метода проектирования линейных электрических машин возвратно-поступательного действия на основе топологической оптимизации / А.Р. Сафин, Р.Р. Хуснутдинов, А.М. Копылов, В.В. Максимов, А.Н. Цветков, Р.Р. Гибадуллин // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2017. – №5. – С. 34 – 40. 7 с. / 1 с.

Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ

7. Свидетельство № 2015615063 Рос. Федерация. Программа оптимизации конструктивных размеров статора и транслятора электрической машины возвратно-поступательного действия. / А.Р. Сафин, И.В. Ившин, Н.В. Денисова, А.Н. Цветков, А.М. Копылов. – № 2015615063; заявл. 17.03.2015; опубл. 20.02.2016. – 1 с.

8. Свидетельство № 2015663605 Рос. Федерация. Программный комплекс для моделирования электрической машины возвратно-поступательного движения. / А.Р. Сафин, И.В. Ившин, Р.Ш. Мисбахов, А.Н. Цветков, А.М. Копылов, Р.Р. Гибадуллин. – № 2015619478; заявл. 07.10.2015; опубл. 20.02.2016. – 1 с.

9. Свидетельство № 2016611030 Рос. Федерация. Программа оптимизации конструктивных размеров пазов и количества витков обмоток статора электрической машины возвратно-поступательного движения. / А.М. Копылов, Р.Р. Гибадуллин, И.В. Ившин, А.Р. Сафин, Р.Ш. Мисбахов, А.Н.

Цветков, А.К. Мезиков, Л.В. Долومانюк, В.В. Максимов. – № 2016611030; заявл. 08.12.2015; опубл. 25.01.2016. – 1 с.

10. Свидетельство № 2016663776 Рос. Федерация. Программа оптимизации конструктивных размеров транслятора электрической машины возвратно-поступательного движения. / А.М. Копылов, А.Р. Сафин, И.В. Ившин, Р.Р. Гибадуллин. – № 2016663776; заявл. 25.08.2016; опубл. 20.11.2016. – 1 с.

11. Свидетельство № 2018613530 Рос. Федерация. Программа топологической оптимизации электрических машин на основе генетического алгоритма. / А.М. Копылов, А.Р. Сафин, Р.Р. Хуснутдинов, В.В. Максимов, А.Н. Цветков, Р.Р. Гибадуллин. – № 2018613530; заявл. 13.11.2017; опубл. 16.03.2018. – 1 с.

Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора: по главе 2 – в [1, 3, 5], по главе 3 – в [2, 6, 7, 8, 9, 10, 11], по главе 4 – в [4].

В диссертационной работе не выявлено использования материалов или отдельных результатов без ссылок на автора или источник заимствования, включая работы, выполненных соискателем лично и/или в соавторстве.

8. Апробация работы

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на научно-технической конференции инновационных проектов, выполненных вузами и научными организациями Приволжского федерального округа (г. Нижний Новгород, 2014), Всероссийской научно-практической конференции «Энергетика и энергосбережение: теория и практика» (г. Кемерово, 2014), Поволжской научно-практической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве» (г. Казань, 2015), международной научной конференции молодых ученых «Электротехника. Электротехнология. Энергетика – ЭЭЭ-2015» (г. Новосибирск, 2015), международной молодежной научной конференции «Научному прогрессу – творчество молодых» (г. Йошкар-Ола, 2015), международном симпозиуме «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» (г. Казань, 2015), международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли» (г. Альметьевск, 2016), научно-технической конференции по итогам совместного конкурса фундаментальных исследований РФФИ-РТ (г. Казань, 2017).

9. Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя состоит в разработке описанных в них методики выбора оптимальной конструкции ЭМВПД с ПМ на основе

исследования и анализа особенностей электромагнитных и механических процессов преобразования энергии, позволяющей учитывать конструктивные параметры электрической машины и методики выбора оптимальной конструкции ЭМВПД с ПМ на основе исследования и анализа особенностей электромагнитных и механических процессов преобразования энергии. Разработанные программные комплексы позволяют реализовывать параллельно-последовательный алгоритм моделирования электрической машины возвратно-поступательного действия и оптимизировать конструктивные параметры статора и индуктора электрической машины возвратно-поступательного движения. Разработанный генетический алгоритм позволяет производить топологическую оптимизацию индуктора электрической машины возвратно-поступательного действия.

10. Выводы

Диссертация Копылова А.М. «Совершенствование конструкции синхронной электрической машины возвратно-поступательного действия с применением генетического алгоритма» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задачи разработки и оптимизации параметров электрической машины возвратно-поступательного действия.

Решение данной задачи имеет значение для развития области науки и техники, занимающейся исследованием по физическим и техническим принципам создания и совершенствования силовых и информационных устройств для взаимного преобразования электрической и механической энергии.

Диссертация обобщает самостоятельные исследования автора, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, свидетельствует о личном вкладе автора в науку. При выполнении диссертационной работы Копылов А.М. проявил себя зрелым научным работником, способным ставить и решать сложные теоретические и практические задачи.

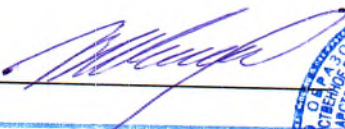

Работа соответствует критериям п. 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней, принятого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация «Совершенствование конструкции синхронной электрической машины возвратно-поступательного действия с применением генетического алгоритма» Копылова Андрея Михайловича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

Присутствовало на заседании 18 чел. Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 26 от «13» июня 2018 г.



Ившин Игорь Владимирович,
докт. техн. наук, профессор, кафедра
«Электроснабжение промышленных
предприятий» ФГБОУ ВО «КГЭУ», заведующий
кафедрой

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-42-73, e-mail: epp.kgeu@mail.ru

Сведения о лице, утвердившем заключение:

Абдуллазянов Эдвард Юнусович: кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», ректор,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-42-02, e-mail: rector@kgeu.ru