

ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертационной работе Горожанкина Алексея Николаевича «Развитие теории синхронных реактивных и индукторных электрических машин», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

1. Актуальность темы

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена в первую очередь тем, что в современной технико-экономической ситуации назрела необходимость в создании электроприводов на базе новых серий электрических машин с улучшенными технико-экономическими показателями (энергоэффективность, массогабаритные показатели, стоимость) при учете на этапе проектирования диаграмм скоростей и нагрузок рабочего органа

На основе обзора публикаций в трудах многих международных конференций по проблемам автоматизированного электропривода в диссертационной работе обоснованно отмечается, что начиная с конца прошлого века, появились новые научные направления в сфере создания энергоэффективных электромеханических систем переменного тока на базе синхронных реактивных и индукторных электрических машин.

Объектом исследований в данной диссертационной работе является класс синхронных реактивных и индукторных электрических машин. Соискателем совершенно правильно определено направление исследований – улучшение потребительских свойств класса синхронных реактивных и индукторных электрических машин, работающих в составе регулируемого электропривода, связанное с учетом совместной работы электрического и электромеханического преобразователей и достижений в области информационной и силовой электроники, а также информационного обеспечения. При обосновании актуальности выбранной темы соискателем доказана возможность дальнейшего улучшения рабочих характеристик данного класса электрических машин за счет изменения конструкции магнитопровода и алгоритмов управления.

Актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений также в связи с тем, что она выполнялась в рамках реализации гранта Российского научного фонда по проблеме «Создание основ теории новых типов электроприводов с улучшенными технико-экономическими, энергетическими и надежностными показателями, и синтез методов проектирования этих систем».

2. Новизна исследований и полученных результатов

Новизна исследований обусловлена тем, что соискателем предложена совокупность методов и подходов к оптимизации электрических машин класса синхронных реактивных и индукторных на этапе проектирования с учетом скоростей и нагрузок рабочего органа, которые включают в себя меры конструктивного и алгоритмического характера. Новизна предлагаемых решений подтверждается 7 патентами на изобретение и 8 свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ по теме диссертации.

Среди них следует отметить значимые в научном плане достижения, такие как:

1. Разработка конструкции и способа управления синхронной реактивной машиной, статор которой выполнен в виде квадрата, позволило эффективно использовать электротехническую сталь в магнитопроводе и тем самым снизить её отходы, которые возникали при изготовлении традиционной конструкции (пат. 2346376).

2. Разработка электропривода с упрощенной схемой электрического преобразователя и импульсно-векторными алгоритмами управления способствует повышению надежности в условиях работы с высокими угловыми скоростями и большими перегрузками по моменту, развитие этого решения ведет к улучшению качества управления (пат. 2408972 и 2510877)

3. Решения, связанные с особенностями укладки обмотки возбуждения в пазы статора специальной трапецеидальной формы, рифления на краях полюсов ротора способствуют снижению нагрева массивного ротора синхронных реактивных машин: (пат. 2408967 и 2422972).

4. Устройство и способ измерения электромагнитного момента, которые позволяют повысить функциональные возможности, надежность и точность работы электропривода (пат. 2541359).

5. Серия программных продуктов по расчетам: влияния насыщения синхронной реактивной машины на пульсации электромагнитного момента, оптимальной геометрии магнитопроводящих вставок ротора, оптимального соотношения меди обмоток и стали магнитопровода в синхронной реактивной машине, геометрических размеров статора по критерию максимального момента и др. являются базовыми при проектировании электрических машин данного класса (свид. 2016660107, 2016660106, 2016660495, 2016660496).

3. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные положения, выдвигаемые на защиту, а именно обобщенная аналитическая математическая модель расчета удельных показателей и эффективности электромеханического преобразования для класса электрических машин, единый алгоритм многомерной оптимизации размеров элементов магнитопроводов активной части машин, метод и алгоритм поэтапной оптимизации управляющих воздействий, алгоритм коррекции управляющих воздействий, в основу которого положен принцип поддержания максимальной активной мощности в заданном режиме работы, методика выбора электрической машины для конкретных применений с учетом требований технологического процесса на основе характеристик машин исследуемого класса являются обоснованными позициями диссертационной работы. Соискателем выполнен значительный объем исследований как теоретического, так и экспериментального плана. При этом использовались апробированный математический аппарат, в основе которого лежат положения, вытекающие из теории электромеханического преобразования энергии. На их основе были получены методы моделирования, позволившие соискателю разработать методики расчета, включая оценки возможностей электропривода по формированию алгоритмов управления для получения расширенного диапазона частот вращения и моментов нагрузки исследуемого класса электрических машин.

Предложенные конструктивные и алгоритмические меры по улучшению потребительских свойств электромеханических преобразователей, характеризующие новизну разработок в данной квалификационной работе, прошли все этапы исследований. При этом теоретические исследования сопоставлены с экспериментальными, что позволяет сделать заключение о том, что полученные выводы и рекомендации являются научно обоснованными.

4. Практическая значимость и реализация результатов

Соискателем разработаны аналитические математические модели, позволяющие на этапе эскизного проектирования выбрать тип электрической машины в зависимости от требований к ней, а также могут быть применены при моделировании работы электрической машины в составе регулируемого электропривода; методы и алгоритмы оптимизации геометрических размеров

активной части машины, позволяющие получить инженерные методики расчета при ее проектировании; получены варианты управляющих воздействий, которые корректируются в зависимости от величины нагрузки и скорости вращения ротора с учетом потерь в стали электрических машин.

Результаты работы могут быть реализованы в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Электро- и теплоэнергетика» (код УГСН 13.00.00). А также при переподготовке специалистов по электроприводам и электрическим машинам в учебном центре «Моментум».

Примечательно, что основные позиции диссертационной работы приняты к внедрению в рамках реализации направления, связанного с созданием перспективных электроприводов и новых серий электрических машин в ООО НТЦ «Приводная техника», ООО «Снежинский завод специальных электрических машин». Кроме этого, практическая значимость работы обусловлена тем, что электроприводы на базе синхронных реактивных машин внедрены на стане холодной прокатки труб ХПТ 250 ПАО «Челябинский трубопрокатный завод».

5. Замечания и вопросы по диссертационной работе

5.1. В работе было бы полезно сопоставить предлагаемые варианты конструкции анизотропного ротора с предельным вариантом по получаемым рабочим характеристикам и удельным показателям. Это позволило бы определить резервы улучшения геометрии ротора.

5.2. В п. 3.1 исследуется влияние высших гармонических проводимости вблизи воздушного зазора на удельные показатели той или иной электрической машины на упрощенных аналитических моделях. Полезно было бы проверить разработанные рекомендации на конечно-элементных моделях.

5.3. В работе выбрано число зубцов статора равным сорока восьми для машин с «гладким» статором. При этом мало исследовано влияние изменения этого числа зубцов в широком диапазоне на рабочие характеристики электромеханических преобразователей.

5.4. Исследовалось ли влияние тепловых процессов на свойства материалов активной части электрических машин исследуемого класса?

5.5. За счет чего удастся достигнуть эффекта оптимизации в высокоскоростных решениях и в тихоходном исполнении с перегрузками по

моменту? В каком из диапазонов меры конструктивного характера оказались эффективнее, а в каком меры алгоритмического характера?

6. Заключение по диссертационной работе

6.1. Диссертационная работа А.Н. Горожанкина «Развитие теории синхронных реактивных и индукторных электрических машин» является законченной научно-исследовательской квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая проблема – улучшение технико-экономических характеристик синхронных реактивных и индукторных электрических машин, работающих в расширенных диапазонах скоростей и моментов нагрузки рабочего органа.

6.2 Содержание диссертации соответствует её названию и специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

6.3. Основные положения диссертации в достаточной мере отражены в научных трудах соискателя, среди них 21 научная статья по теме диссертации опубликована в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 19 статей в Международной базе цитирования Scopus.

6.4. Автореферат достаточно подробно отражает основные положения и содержание диссертации.

6.5. На основании изложенного считаю, что данная диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ в части п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор Горожанкин Алексей Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент
д-р. техн. наук (05.09.03), профессор
кафедры автоматизированного электропривода
и мехатроника ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова

Сарваров Анвар Сабулханович

19.09.23 г.

