

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Петрова Виктора Николаевича «Усовершенствованные методики параметрического синтеза электромагнитных приводов постоянного напряжения аппаратов распределения и управления», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Актуальность темы исследования

Диссертация Петрова В.Н. посвящена вопросам разработки и совершенствованию алгоритмов проектирования форсированных электромагнитных приводов постоянного напряжения коммутационных аппаратов распределения и управления путём минимизации массогабаритных показателей, стоимости активных материалов, потребляемой ими мощности и снижением затрат на проектирование и производство. Актуальность избранной соискателем темы не вызывает сомнения, так как комплексное решение обозначенных вопросов путём оптимального проектирования электромагнитных приводов с использованием усовершенствованных алгоритмов и методик расчета позволяет повысить конкурентоспособность коммутационной аппаратуры. Учитывая большие объёмы выпускаемой продукции в виде контакторов, реле, пускателей и т.п. создание форсированных электромагнитных приводов дополнительно обеспечит экономию материальных ресурсов при их изготовлении.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 172 наименований и пяти приложений. Общий объём работы составляет 206 страниц машинописного текста, включает 33 рисунка и 14 таблиц.

Анализ содержания диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследований. Определены объект, предмет и область исследований. Приведены методология и методы исследований, защищаемые научные положения, научная новизна полученных результатов и их теоретическая и практическая значимость. Отражены уровень апробации и достоверность результатов работы. Представлены структура и объём диссертации с указанием публикаций.

В первой главе диссертации традиционно представлен обзор и анализ существующих магнитных систем клапанных электромагнитных приводов аппаратов управления и распределения. Дана критическая оценка известных методик синтеза электромагнитных приводов по условиям статики с различными схемами форсированного управления. По результатам анализа автором выработаны рекомендации по повышению конкурентоспособности отечественной коммутационной аппаратуры. Произведен обоснованный выбор кинематики и схем управления способствующих разработке усовершенствованных методик проектного расчета электромагнитных приводов аппаратов распределения и управления.

Во второй главе рассмотрены усовершенствованные методики параметрического синтеза клапанных электромагнитных приводов по различным схемам форсированного управления по условиям статики, обеспечивающие повышение экономических показателей. Для повышения объективности оценки возможных реальных характеристик электромагнитных приводов отмечена целесообразность совместного применения положений теории статики и динамики.

Третья глава диссертации посвящена результатам оптимизационных расчетов электромагнитных приводов по усовершенствованным методикам с решением задач оптимизации. Выполнен анализ влияния заданных исходных данных проектирования на размеры и параметры электромагнитных приводов. Рассмотрен параметрический синтез форсированного электромагнитного привода по нескольким критериям оптимальности. Получены полиномиальные зависимости основных соизмерностей и параметров клапанного электромагнитного привода функционирующего по схеме с балластным резистором при минимизации его по критерию габаритного объема. Также по результатам выполненных исследований получены полиномиальные зависимости оптимальных соизмерностей и параметров электромагнитного привода работающего в схеме с последовательным соединением обмоток при минимизации объема активных материалов.

В четвертой главе диссертации приведен обзор и анализ известных методик расчета динамических характеристик и параметров электромагнитных приводов, что позволило учесть особенности их расчета в усовершенствованной авторской методике для случая линейных и нелинейных магнитных систем. Представлены усовершенствованные выражения для расчета временных параметров срабатывания электромагнитных приводов. Разработана усовершенствованная методика расчета динамических характеристик и параметров

электромагнитного привода на основе математической модели в виде системы дифференциальных уравнений. Дана оценка характера влияния некоторых параметров электромагнитного привода на его динамические характеристики.

В заключении сформулированы основные научно-технические результаты, полученные в рамках диссертационного исследования.

В приложениях приведены результаты вычислительных экспериментов и оптимизационного расчета, а также представлены полиномиальные зависимости основных соизмерностей и параметров форсированного электромагнитного привода.

Исходя из анализа содержания диссертационной работы Петрова В.Н., можно заключить, что диссертация обладает внутренним единством, написана доступным для понимания языком, а по своему объему, структуре и направленности полученных результатов является законченным исследованием. В основном выводы и результаты диссертационной работы соответствуют поставленным задачам исследований. Указанная цель работы в полной мере реализована.

Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Диссертация и автореферат соответствуют областям исследования паспорта научной специальности 05.09.01 по техническим наукам, а именно: пп. 4 – разработка методов анализа и синтеза электрических аппаратов.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты, полученные в процессе ее выполнения.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати и апробация работы

Основные результаты исследований опубликованы в 23 печатных работах, в том числе 4 статьи в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий рекомендуемых ВАК РФ.

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы достаточно полно обсуждались на региональных, всероссийских и международных научных конференциях различного уровня.

Значимость полученных автором диссертации научных результатов

Значимость полученных автором основных научных результатов заключается:

- в разработке усовершенствованных методик параметрического синтеза форсированных клапанных электромагнитных приводов, позволяющих снизить ресурсопотребление и повысить экономические показатели.

- в получении полиномиальных функций, позволяющих определить оптимальные размеры и параметры форсированных клапанных одно- и двухобмоточных электромагнитных приводов с Г-образной скобой магнитопровода по схеме с балластным резистором и схеме с последовательным соединением низкоомной и высокоомной обмоток, обеспечивающих минимум временных и финансовых затрат на их проектирование.

- в получении полиномиальных функций, позволяющих определять оптимальные размеры и параметры форсированных клапанных четырехобмоточных электромагнитных приводов с П-образным ярмом и прямоходовым якорем по схеме с последовательным соединением низкоомных и высокоомных обмоток при минимальной габаритной высоте приводов.

- в выполнении анализа влияния исходных данных проектирования на динамические параметры и характеристики клапанного однообмоточного электромагнитного привода, полученные на основе решения дифференциальных уравнений динамического состояния учитывающих влиянием вихревых токов в ферромагнитных элементах.

Все полученные в диссертации результаты являются новыми и могут быть квалифицированы *как изложение новых научно обоснованных технических решений имеющих существенное значение для электротехнической отрасли.*

Все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат лично соискателю.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций является высокой.

Практическая ценность результатов

Разработанные методики параметрического синтеза и полученные полиномиальные зависимости форсированных электромагнитных приводов позволяют упростить проведение проектных расчётов и повысить их качество.

Основные положения диссертации использованы на АО «ЧЭАЗ» при разработке контакторов серии КЭЧ в рамках выполнения опытно-конструкторских работ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации результаты можно рекомендовать в научно-исследовательских и проектных организациях, работающих в области разработки электрических коммутационных аппаратов, а также в учебном процессе для студентов направлений 130302 и 130402 – Электроэнергетика и электротехника.

Оценка содержания диссертации, её завершенность в целом, замечания по диссертации

Проведённый анализ содержания диссертации убеждает в её завершенности. Данные по основным исследованиям изложены логически и стилистически грамотно. Используемая автором терминология соответствует принятым нормам. Диссертация написана единолично, содержит выносимые на защиту автором новые научные результаты. Имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Случаев использования заимствованного материала без ссылок на источник заимствования не обнаружено.

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Применение полиномиальных функций в задачах проектирования клапанных магнитных систем электромагнитных приводов ограничено в использовании одной – круглой формой полюсного наконечника.

2. Первое упоминание об использовании марок сталей элементов конструкции магнитопровода появляется только в четвертой главе диссертации (стр. 133). Однако при разработке усовершенствованных методик синтеза форсированных клапанных электромагнитных приводов и результатам их оптимизационных расчетов (2, 3 главы диссертации) отсутствуют комментарии по поводу учета влияния магнитных характеристик применяемых сталей. Аналогичный вопрос возникает в отношении применения полиномиальных функций. Неясно, данные функции являются универсальными или они зависят от магнитных свойств, применяемых сталей?

3. В работе приводится информация (стр. 89, стр. 97) относительно погрешности аппроксимации полиномами по результатам вычислительного эксперимента, которая не превышает 3%. Считаю, что здесь следовало бы сделать

акцент на оценке погрешности полиномиальных функций, используемых в методиках проектного расчета при их сравнении с результатами физического эксперимента.

4. В выводах п. 3 по третьей главе (стр. 100) указывается, что «Выполненный параметрический синтез форсированного электромагнита по различным критериям оптимальности позволил достичь высокой износостойкости электромагнитных приводов ...». Неясно, о какой связи параметрического синтеза и износостойкости электромагнитного привода, здесь идет речь и в каком виде проявляются эти связи?

5. Трудно согласиться с выводами по п. 4 третьей главы (стр. 100). Следует дать дополнительные пояснения относительно влияния проектного расчета, выполненного по условиям статики, на алгоритм построения модели динамики электромагнитного привода. Обращаю внимание, что для расчета динамики (четвертая глава) применяется известный алгоритм построения модели в виде системы дифференциальных уравнений, учитывающих эквивалентный вихревой контур и отражающих электрическое и механическое равновесие в электромеханической системе.

6. Анализ динамических процессов в электромагнитном приводе произведен без учета влияния сил сопротивления, вызванных вязким трением, характеризующих диссипативные свойства упругих связей механической системы.

7. Понятие «...несущественное влияние вихревых контуров на динамику процесса срабатывания, ...» (стр. 156) является субъективной оценкой автора. Здесь следовало привести количественную оценку этого влияния.

8. Верификация динамической модели электромагнитного привода (стр. 138) ограничилась только сравнением зависимостей изменения тока от времени, полученных расчетным и экспериментальным путем. Считаю, что результаты выполненной оценки следовало расширить сравнением расчетных и экспериментальных механических характеристик электромагнитного привода.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки результатов работы.

Заключение

Диссертация Петрова Виктора Николаевича является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для электротехниче-

ской отрасли страны в области разработки и проектирования форсированных электромагнитных приводов коммутационных аппаратов.

Высокая ценность результатов исследования и соответствие диссертации «Усовершенствованные методики параметрического синтеза электромагнитных приводов постоянного напряжения аппаратов распределения и управления» удовлетворяет всем требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., позволяют сделать вывод о том, что **Петров Виктор Николаевич** заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

Официальный оппонент, заведующий кафедрой теоретических основ электротехники ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», д-р техн. наук, профессор, (докторская диссертация защищена по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты)

Нейман Владимир Юрьевич
14 сентября 2021 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» 630073, г. Новосибирск, проспект К. Маркса, 20.
Тел. (383) 346-04-42, e-mail: nv.nstu@ngs.ru, kaftoe@ngs.ru.

Подпись д-ра техн. наук, профессора Неймана В.Ю.
удостоверяю: