

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический
университет», доктор технических
наук, профессор, заслуженный деятель
науки Российской Федерации

А.Г. Вострецов

14 » ноября 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на диссертационную работу Кадыкова Вилора Константиновича «Моделирование и проектирование клапанных электромагнитов постоянного тока с различной формой полюсных наконечников», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты»

Актуальность темы исследования и её связь с общенаучными государственными программами

Задачи, решаемые автором диссертации, касаются проблемы проектного расчета клапанных электромагнитов постоянного тока с Г-образной скобой на основе математических моделей их обобщенных, экспериментально полученных характеристик, обеспечивающих определение оптимальных размеров с учетом реальной картины распределения трехмерного магнитного поля. Эта проблема представляется весьма важной и актуальной, поскольку ее решение способствует минимизации массогабаритных показателей клапанных электро-

магнитов используемых в качестве приводных устройств в электромагнитных реле, контакторах, магнитных пускателях.

Массовое производство последних определяет необходимость экономии дорогостоящих материалов (меди и электротехнической стали), электрической энергии, что достигается минимизацией габаритных размеров и потребляемой мощности и тем самым благоприятствует их более широкому применению в различных областях техники, а также является определяющим при создании автономных объектов спецтехники.

В связи с важным аспектом улучшения отечественной коммутационной электроаппаратуры за счет повышение качества проектных работ, снижающих финансовые и временные затраты на разработку и доводку изделий на макетных образцах актуальность темы и перспективность использования результатов диссертационной работы не вызывают сомнения.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы из 209 наименований и приложений. Общий объём работы составляет 204 страницы, включая 23 рисунка и 41 таблицу.

Анализ содержания диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследований. Приводятся защищаемые научные положения, научная новизна полученных результатов и их теоретическая и практическая ценность. Отражены уровень апробации и личный вклад соискателя в решении научных задач. Представлены структура и объём диссертации с указанием публикаций.

В первом разделе рассмотрены основные характеристики приводных электромагнитов и типов магнитных систем. Даётся оценка методов для их расчета, и приводятся способы представления электромагнитных характеристи-

стик. Отмечены недостатки существующих подходов базирующихся на методах теории цепей приводящие к значительной погрешности расчета характеристик электромагнитов. Обоснован выбор метода физического моделирования электромагнитных характеристик клапанных электромагнитов с использованием положений теории подобия и планирования эксперимента. На основе анализа имеющейся информации, выбраны определяющие геометрические соразмерности в клапанных магнитных системах используемые при дальнейшем анализе.

Второй раздел посвящен исследованию влияния геометрических соразмерностей и магнитной индукции в основании сердечника на характеристики и параметры клапанной магнитной системы. Разработана методика определения граничного значения магнитной индукции, определяющая участки линейности и нелинейности магнитной системы. Установлены соразмерности магнитных систем обеспечивающие максимальное значение электромагнитного момента для заданных значений МДС.

В третьем разделе рассмотрены вопросы проектирования клапанных электромагнитов с круглыми полюсными наконечниками. Произведен анализ известных методик проектного расчета. Для объективности оценки достоинств и недостатков существующих методик выполнены расчеты на одинаковые исходные данные. Предложена методика проектного расчета оптимальных клапанных электромагнитов с круглыми полюсными наконечниками на основе их обобщенных электромагнитных и тепловых характеристик. С использованием разработанной методики рассчитаны геометрические соразмерности в магнитной системе, обеспечивающие минимум частным критериям оптимальности. Приведены результаты оптимизации расчетов по критерию минимальной высоты электромагнита. Предложены полиноминальные зависимости оптимальных соразмерностей позволяющие существенно сократить финансовые затраты на проектирование, уменьшить время проектных работ и повысить их качество.

В заключении сформулированы основные научно-технические результаты и рекомендации в соответствии с обозначенными задачами исследования.

В приложениях приведены результаты проектных расчетов по известным методикам различных авторов.

**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.1 – анализ и исследование физических явлений, лежащих в основе функционирования электрических, электромеханических преобразователей энергии и электрических аппаратов;

пп.2 – 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.

Методы исследования

Использовалась совокупность методов, основанных на теории подобия, планирования эксперимента, теории электрических и магнитных цепей, методов решения нелинейных уравнений, дифференциального исчисления и оптимального параметрического синтеза.

Методы исследования вполне отвечают современным требованиям, предъявляемым к научным работам.

Апробация работы

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

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты исследований опубликованы в 18 печатных работах, в том числе 6 статей в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий рекомендуемых ВАК РФ.

Основные научные результаты и их оценка

Наиболее важными результатами диссертации, обладающими признаками новизны являются:

1. Обобщенные статические электромагнитные характеристики клапанных электромагнитов с различной формой полюсных наконечников, полученные в результате обработки экспериментальных данных.
2. Рекомендуемые расчетные выражения для оценки величины магнитного потока в рабочем воздушном зазоре с учетом потока рассеяния полюсных наконечников, базирующиеся на методах теории цепей и повышающие точность расчетов существующих методик.
3. Предложенная методика определения границы линейности магнитных систем постоянного тока, позволяющая описать электромагнитные характеристики линейных и нелинейных клапанных магнитных систем структурно одинаковыми математическими выражениями.
4. Разработанная методика проектного расчета клапанных электромагнитов постоянного тока с круглыми полюсными наконечниками с использованием обобщенных электромагнитных характеристик, полученных на основе экс-

периментальных исследований, выполненных методами теории подобия и планирования эксперимента, являющаяся основой оптимизационной методики расчета электромагнитов.

5. Результаты исследования полиномиальных зависимостей оптимальных соразмерностей и технико-эксплуатационных параметров клапанных электромагнитов с круглыми полюсными наконечниками, обеспечивающие высокое качество их функционирования и уменьшение затрат на проектирование и доработку опытных образцов.

Все полученные в диссертации результаты являются новыми и могут быть квалифицированы как изложение научно обоснованных технических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического развития в области электромеханики и электрических аппаратов.

Анализ содержания представленной диссертации и опубликованных работ показал, что все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат лично соискателю.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций является высокой.

Достоверность результатов исследования обусловлена высокой степенью точности измерений электрических и механических параметров и объективностью их оценок.

Ценность для науки и практики

Ценность для науки заключается в развитии и совершенствовании методик расчета клапанных электромагнитов, обусловленным раскрытием новых связей и обобщенных закономерностей на основе созданных математических моделей способствующих в решении проблемы минимизации массы активных материалов и габаритных размеров используемых в задачах проектирования.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что внедрение результатов работы повышает качество проектных работ, сни-

жает финансовые и временные затраты на разработку и доводку изделий на макетных образцах, позволяет обеспечить более высокое качество функционирования клапанных электромагнитов с различными формами полюсных наконечников.

Рекомендации по использованию результатов исследования

Результаты работы рекомендуются применять в научно-исследовательских и проектных организациях при разработке приводных устройств электромагнитных реле, магнитных пускателей и контакторах, что при массовом производстве позволит сэкономить дорогостоящие материалы и снизить энергопотребление в процессе их длительной эксплуатации.

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

Проведённый анализ содержания диссертации убеждает в её завершённости. Данные исследования изложены логически и стилистически грамотно, а применённая 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 автора и источник заимствования не обнаружено.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Преобладающая табличная форма визуализации результатов исследований затрудняет их восприятие в рамках качественного анализа.
2. Требуются пояснения относительно базисного значения электромагнитного момента (стр. 31) содержащего в выражении диаметр сердечника в третьей степени.

3. Погрешности полиноминальных моделей полученных на основе аппроксимации экспериментальных данных достаточно высоки ($\pm 15\%$). Вызвано это инструментальной погрешностью эксперимента, явлениями остаточного магнетизма, либо иными факторами пояснения отсутствуют. Также отсутствуют комментарии по оценке погрешностей получаемых в расчетах с использованием полиноминальных моделей при разработке методов анализа и синтеза.

4. Вызывает сомнение (стр. 72), что верхняя граница диапазона оптимального параметра относительного диаметра полюсного наконечника при изменениях индукции в диапазоне от 1,5 Тл до 1,65 Тл будет падать до 1,75 Тл, так как с ростом значения индукции до 1,5 Тл наблюдается увеличение верхней границы этого параметра до 1,9 Тл.

5. В тексте диссертационной работы присутствуют некоторые синтаксические и семантические неточности, имеются опечатки при форматировании текста (формула 3.55, стр. 108), слитное написание слов (стр. 28, стр. 48), некорректности в библиографическом описании первоисточников (поз. 187, списка литературы) и т.д.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки результатов работы.

Диссертация полностью соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, которые изложены в разделе II «Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание учёных степеней» п.п. (9–11).

Диссертация Кадыкова Вилора Константиновича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по улучшению технических характеристик приводных устройств отечественной коммуникационной аппаратуры, имеющей существенное значение для развития страны.

Высокая ценность результатов исследования и соответствие диссертации «Моделирование и проектирование клапанных электромагнитов постоянного тока с различной формой полюсных наконечников» всем требованиям п.п. (9–11) «Положения о присуждении учёных степеней» позволяют сделать вывод о том, что Кадыков Вилор Константинович заслуживает присуждения учёной

степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры «Теоретические основы электротехники» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», протокол № 8 от 15 ноября 2016 г.

Заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,
д-р техн. наук, профессор,

Нейман Владимир Юрьевич
15 ноября 2016 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»
630073, г. Новосибирск,
проспект К. Маркса, 20
Тел. (383) 346-04-42, +7-923-247-4484
E-mail: nv.nstu@ngs.ru, kaftoe@ngs.ru

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