

# **О Т З Ы В**

**официального оппонента**

**на диссертационную работу**

**Архиповой Елены Владимировны**

**«Моделирование втяжных броневых электромагнитов**

**и разработка усовершенствованных методик их проектного расчета»,**

**представленную на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук по специальности**

**05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты**

## **Актуальность темы**

Актуальность темы для науки, техники и производства не вызывает сомнений, поскольку в диссертационной работе решаются вопросы моделирования и оптимального проектирования втяжных броневых электромагнитов, широко применяемых в радиотехнике, системах автоматики и телемеханики.

## **Научная новизна исследования и полученных результатов**

1. Впервые полученные математические модели статических электромагнитных характеристик одно- и двухобмоточных втяжных броневых электромагнитов с плоским стопом, обобщенные методами теории подобия, в отличие от известных, выражают непосредственно функциональную связь их характеристик с геометрическими соизмерностями магнитной системы, магнитного состояния ее ферромагнитных элементов и размещения обмоток на катушке.

2. Предложенные математические модели тепловых параметров одно- и двухобмоточных магнитных систем втяжных броневых электромагнитов, в отличие от известных, характеризуются функциональной связью максимальной и среднеобъемной температур с геометрическими соизмерностями, температурой окружающей среды, размещением обмоток внутри ферромагнитного корпуса и удобны для решения задач синтеза.

3. Разработанный алгоритм расчета динамики срабатывания втяжных броневых электромагнитов отличается учетом влияния вихревых токов, магнитной нагрузки на ферромагнитные элементы магнитной системы, теплового состояния обмотки, позволивший получить обобщенные математические модели динамических параметров срабатывания, что открывает возможность его использования в случае форсированного управления.

4. Предложенная усовершенствованная методика проектного расчета короткоходового втяжного броневых электромагнита с плоским стопом на базе моделей, полученных методами теории цепей, позволяет достоверно определить его размеры с учетом магнитного сопротивления ферромагнитных элементов конструкции, характеризуется неограниченностью в применении по величине условно-полезной работы, допустимого превышения температуры обмотки, режима работы.

5. Разработанная методика синтеза длинноходовых втяжных броневых электромагнитов постоянного напряжения с плоским стопом на основе обобщенных их характеристик отличается минимальным количеством произвольно выбираемых коэффициентов, возможностью ее использования в качестве основы методики оптимизационного расчета.

6. Предложенная форма представления критериев подобия динамических процессов срабатывания, учитывающая геометрические размеры ядра магнитной системы и разработанная методика планирования вычислительного эксперимента с факторами в виде критериев подобия позволила провести моделирование динамических параметров срабатывания однообмоточного втяжного броневых электромагнита с учетом теплового состояния обмотки и вихревых короткозамкнутых контуров.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений,** полученных в диссертационной работе, подтверждается корректным применением теории электрических цепей, метода конечных элементов, численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений,



методов построения многофакторной регрессионной модели, методов оптимизации и экспериментальными исследованиями.

### **Практическая значимость**

1. Разработанные обобщенные математические модели магнитных систем втяжных броневых электромагнитов позволяют анализировать электромагнитные характеристики магнитной системы с учетом ее магнитного состояния, различного расположения обмоток на катушке, а также тепловых параметров обмоток электромагнита, что обеспечивает возможность разрабатывать на их базе достоверные методики синтеза.

2. Предлагаемые методики и компьютерная реализация позволят эффективно использовать их при разработке современных приводных электромагнитов электрических аппаратов, а также при проектировании конструкций, обеспечивающих экономию материальных, энергетических и финансовых ресурсов.

3. Разработан алгоритм расчета динамики срабатывания втяжного броневых электромагнита с использованием метода конечных элементов, позволяющий проводить оценку влияния на динамические характеристики электромагнита, его параметров, геометрических соразмерностей с учетом магнитного состояния ферромагнитных элементов магнитной системы и теплового состояния обмотки.

4. По результатам теоретических и экспериментальных исследований усовершенствована магнитная система приводного втяжного броневых электромагнита реле времени РВ-100 производства ЗАО «ЧЭАЗ», в котором оказалось возможным достигнуть уменьшения потребляемой мощности в 1,6 раза; проведена оценка динамических параметров максимального токового расцепителя автоматического выключателя.

5. Полученные в работе результаты используются в учебном процессе на кафедре электрических и электронных аппаратов ЧГУ им. И.Н. Ульянова при подготовке бакалавров и магистров.

## **Апробация работы**

Работа прошла хорошую апробацию. Основные положения диссертации опубликованы в двадцати двух печатных работах, в том числе пять статей в изданиях из Перечня ВАК РФ, два патента РФ на полезную модель, а также докладывались и обсуждались на международных и Всероссийских научно-технических конференциях.

**Автореферат** отражает основное содержание диссертационной работы, написан литературным языком с использованием терминологии, принятой в данной отрасли науки и техники, стиль изложения – доказательный.

### **По диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1) Согласно данным, приведенным в пятой главе диссертации, погрешность расчета по известной методике составляет 14,2 %. Предлагаемая автором методика позволяет получить погрешность 13,3 %. Таким образом, выигрыш в точности составляет 0,9 %. Столь незначительное увеличение точности расчета может быть обусловлено инструментальной погрешностью компьютерного моделирования или экспериментального исследования. Кроме того величины, о которых идет речь названы средними расхождениями (на стр. 126), а в выводах к пятой главе они же именуется погрешностью расчета.

2) Не ясно, что выбиралось в качестве эталона при определении погрешности расчета. Это же относится и к другим численным значениям, характеризующим расхождение эксперимента и моделей в пятой главе.

3) Автором не описаны инструментальные средства экспериментального исследования, поэтому не ясно, как были получены экспериментальные характеристики.

Оценивая уровень работы в целом, считаю, что диссертационная работа Архиповой Елены Владимировны представляет собой законченное научное исследование, в ней содержится решение задачи моделирования и разработки методики оптимального проектирования втяжных броневых электромагнитов, имеющей существенное значение для теории и практики в радиотехнике, системах автоматики и телемеханики.



Представленная диссертационная работа «Моделирование втяжных броневых электромагнитов и разработка усовершенствованных методик их проектного расчета» отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор – Архипова Елена Владимировна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
доцент, заведующий кафедрой  
«Электропривода и электротехники»  
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный  
исследовательский технологический  
университет»

Макаров Валерий Геннадьевич

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,  
кафедра электропривода и электротехники  
420061 г. Казань, ул. Сибирский тракт, 12  
тел. (843) 231-41-27  
e-mail: [electroprivod@list.ru](mailto:electroprivod@list.ru)

