

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, профессора

Дегтяря Владлена Гавриловича

на диссертационную работу Мурадова Эльхана Шахбаба оглы

«Автоматические быстродействующие выключатели постоянного тока

для городского наземного электротранспорта

(разработки, исследования и реализация)»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук

по специальности 05.09.01 - Электромеханика и электрические аппараты

Актуальность работы

Установки постоянного тока в настоящее время имеют широкое распространение в различных областях промышленности, на транспорте, в энергетике, в устройствах автономного электропитания, в специальных видах техники.

Особое место среди этих установок занимают устройства городского пассажирского электрического транспорта, к которым предъявляются повышенные требования по надежности и быстродействию защиты электроустановок от аварийных режимов и пассажиров от поражения электрическим током. Кроме того, постоянно развивающаяся система городского электротранспорта, как в количественном, так и в качественном отношении, выдвигает ряд новых требований по разработке электрической аппаратуры на новых перспективных принципах действия, поскольку традиционные коммутационные аппараты, применяемые в электрических цепях подвижного состава городского электротранспорта, страдают такими недостатками, как: низкий коммутационный ресурс, большие эксплуатационные расходы, недостаточное быстродействие и надежность защитных функций с точки зрения применяемой электронной аппаратуры и т.п.

В связи с этим представленная на рецензию работа Мурадова Эльхана Шахбаба оглы, несомненно, является своевременной и актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации достаточны. Автор квалифицированно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Теоретические положения основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных дисциплин. Научные положения, выводы и рекомендации полностью соответствуют электромагнитным процессам в электромагнитных механизмах и теории электрических аппаратов, основываются на корректном математическом представлении и решениях с использованием теории электрических и магнитных цепей, теории электромагнитных и динамических процессов в электромагнитных механизмах, включая аналоговые и цифровые модели для ЭВМ.

Структура и объем диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Рецензируемая работа общим объемом 247 страниц машинописного текста, включая 257 рисунков и 51 таблицы, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 229-ти наименований. Кроме этого, отдельным объемом в диссертации приведены Приложения объемом 120 страниц, а также документы и отзывы о внедрении результатов исследований и разработок объемом 27 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и дана общая характеристика выполненной работы. Сформулированы цель работы, поставленные задачи исследований, научные положения, выносимые на защиту, а также указаны новизна проведенных исследований, достоверность полученных результатов, методы экспериментальных и теоретических приемов, указана практическая ценность работы и ее апробация на научных конференциях и симпозиумах.

В первой главе автор провел подробный анализ существующих конструкций автоматических быстродействующих выключателей для подвижного состава городского наземного электротранспорта, выявил особенности их работы с учетом всех факторов, влияющих на их работу, выявил основные их недостатки и обосновал необходимость новых разработок, направленных на повышение быстродействия и критической коммутационной способности аппаратов, как при протека-

нии прямых токов, так и токов обратного направления.

Указанные разработки осуществлены автором данной работы, а их результаты описаны в последующих главах.

Кроме этого, в данной главе описана методика исследований автоматических быстродействующих выключателей, включающая методы расчета термических и электродинамических нагрузок токоведущих систем, методы расчета магнитных систем, вопросы электрических контактов и дугогашения.

С точки зрения особенностей работы электрических коммутационных аппаратов в системе городского электротранспорта эти вопросы полностью не изучены и поэтому требуют дальнейших подробных исследований, что и было сделано автором данной работы.

Во второй главе приведены результаты разработок и исследования электромагнитных приводных механизмов автоматических выключателей, направленных на повышение их быстродействия. Особое внимание уделено разработке и исследованию привода быстродействующего автоматического выключателя с механизмом свободного расцепления, а также разработке и исследованию контактных систем. Следует отметить, что автором была выбрана рациональная методика при разработке принципиальной схемы электропривода, состоящая в том, что первоначально использовался метод теории цепей при решении дифференциальных уравнений магнитной системы, а на завершающем этапе расчета был использован метод конечных элементов в реализации программного пакета ELCUT.

Результаты исследований, приведенные в рассматриваемой главе, позволяют сделать вывод о том, что удачное сочетание конструкции контактного узла электрического аппарата с его электромагнитным механизмом позволяет создавать оптимальные с точки зрения быстродействия автоматические быстродействующие выключатели для наземного городского электротранспорта. Теоретические и экспериментальные работы автора в этих направлениях способствовали созданию оригинальных конструкций выключателей для защиты вспомогательных цепей троллейбусов, а также электромагнитных и контактных систем сильноточных электрических аппаратов.

В третьей главе автором проведен подробный анализ существующих дугогасительных систем в электрических аппаратах постоянного тока применительно к использованию их в быстродействующих автоматических выключателях наземного городского электротранспорта. На основе экспериментальных исследований автор показал, что автоматические быстродействующие выключатели постоянного тока, предназначенные для групповой защиты электрооборудования городского электротранспорта, должны полностью отключать любые токи любого направления в соответствии с требованиями по технике безопасности при эксплуатации электрифицированных подвижных объектов. В связи с этим, кроме конструкций, описанных в данной главе, автором были предложены и исследованы различные способы гашения электрической дуги. В частности, исследования показали, что наиболее надежное отключение постоянного тока происходит при использовании последовательного магнитного дутья в сочетании с дугогасительными камерами с деионными решетками.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке и исследованию автоматических систем управления, базирующихся на электромагнитных, магнитных и электронных принципах действия. Автор данной работы подробно рассмотрел достоинства и недостатки всех этих устройств и предложил пути их использования в автоматических быстродействующих системах на электротранспорте. Достоинством конструкции контактной системы коммутационного аппарата автор справедливо считает надежность его работы, а недостатком - относительно большее время срабатывания. Устранение этого недостатка автор усматривает на пути использования электронных и гибридных систем защиты, что и было им осуществлено в аппаратах, описанных в данной главе.

В пятой главе диссертации описаны результаты использования разработанных автором лично и в соавторстве автоматических быстродействующих выключателей постоянного тока для подвижных объектов наземного городского электротранспорта, описана созданная испытательная лаборатория, проведены необходимые испытания, описаны их результаты и проведена экономическая оценка разработок.

Научная новизна выполненных исследований состоит в следующем:

- Впервые научно обоснованы принципы разработки и создания новых автоматических быстродействующих выключателей постоянного тока для наземного городского электротранспорта.

- Разработаны инженерно-математические модели для анализа нелинейных процессов в электромагнитных механизмах новых автоматических быстродействующих выключателей постоянного тока для наземного городского электротранспорта.

- Разработаны экспериментально-математические модели для анализа нелинейных процессов в дугогасительных системах автоматических быстродействующих выключателей для наземного городского электротранспорта.

- На базе разработанных принципов разработан ряд новых автоматических быстродействующих выключателей постоянного тока для наземного городского электротранспорта.

Достоверность результатов, изложенных в работе, подтверждается использованием апробированных методов анализа физических процессов в разработанных коммутационных устройствах, а также сравнением результатов многочисленных экспериментальных исследований, проведенных на современном исследовательском оборудовании, с корректно выполненными аналитическими расчетами и численным моделированием на ЭВМ.

Практическая значимость. По результатам проведенных исследований и моделирования были сформулированы требования и предложения по повышению предельной отключающей способности и быстродействия автоматических выключателей постоянного тока для наземного городского электротранспорта. Практическая ценность подтверждается тем, что на основании проведенных исследований получено большое количество патентов, многие из которых нашли свое применение в новых, внедренных в производство, автоматических быстродействующих выключателях для городского электротранспорта.

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы научно-исследовательскими, учебными и производственными организациями.

Основные результаты работы опубликованы в отечественных научных изданиях и неоднократно обсуждались на различных конференциях и симпозиумах. Семь работ опубликованы в журналах, представленных в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Замечания и вопросы по диссертационной работе:

1. Диссертация несколько перегружена известными сведениями из теории электрических аппаратов, что, как следствие, привело к увеличению объема диссертации.

2. В ряде случаев автором используется неправильная терминология: вместо «значение» использовано «величина» (стр.12 и др.), вместо «выключатель выключает токи» указано «выключатель гасит токи» (стр.146) и т.п.

3. Утверждение, «задача тепловых расчетов - доказать, что температура не будет выходить за нормированные пределы» (стр.38) неудачна, ибо она является только частью задач тепловых расчетов электрических аппаратов.

4. Из материалов диссертации не удается выяснить, на какие параметры электрических цепей и в каких видах коммутационных аппаратов, кроме электрических аппаратов в наземном городском электротранспорте, автор рекомендует использовать результаты своих исследований.

5. В диссертации не проведена численная оценка надежности разработанной и исследованной электрической аппаратуры.

Заключение

Указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления от диссертации, представляющей собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержатся научно обоснованные технические решения про-

