

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Иванникова Юрия Николаевича на диссертацию Ганджи Дмитрия Сергеевича «Теоретические исследования и разработка принципиальных решений для электромеханического привода электрогидравлического усилителя мощности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы»

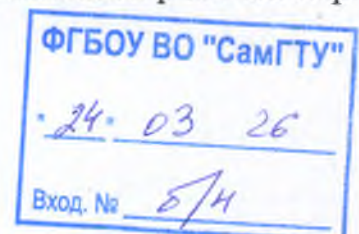
На отзыв представлены:

- диссертация в объеме 150 страниц, из них 109 страниц основного текста;
- автореферат в объеме 20 страниц.

Актуальность темы диссертации

Проверка изделий на стойкость к воздействию внешних механических факторов является одним из наиболее ответственных видов испытаний при подготовке их к серийному производству. При этом очень важно воздействие испытательного оборудования приблизить к реальным эксплуатационным и транспортным нагрузкам. Задача осложняется, если испытываемое изделие имеет большую массу и габариты. Следящие гидроприводы успешно справляются с этой задачей, поэтому их развитие и совершенствование следует признать важным и актуальным направлением для испытательного оборудования. Представленная к защите работа лежит в направлении этого развития. Значимость работы повышается в связи с тем, что она велась в рамках политики импортозамещения.

Основная цель, поставленная в диссертационном исследовании, заключалась в улучшении эксплуатационных характеристик электромеханического привода электрогидравлического усилителя мощности. Следует отметить, что эта цель достигнута. На основании проведенных исследований предложена перспективная конструкция с параметрами по основной рабочей харак-



теристике, превышающими параметры отечественных и зарубежных аналогов.

Оценка содержания и оформления диссертации.

Материал, изложенный в диссертации, хорошо структурирован, между главами имеется логическая взаимосвязь.

В первой главе исследуется влияние вихревых токов на больших частотах работы привода, которые влияют на динамические характеристики и на выделение потерь. Вихревые токи невозможно физически измерить, их можно определить только расчетным путем. Для анализа соискатель использовал проверенный на практике инструмент: программную среду Ansys Electronics Desktop. По результатам исследования определена перспективная конструкция с радиально-тангенциальным индуктором и якорем на диэлектрической основе, имеющая минимальный уровень энергопотребления

Вторая глава посвящена разработке математической модели, которая учитывает динамические процессы, происходящие в приводе, при выполнении им основной рабочей характеристики. Она составила основу оптимизации основных геометрических размеров. Заслуживает внимания методика расчета индуктора на основе ограниченного количества конечных элементов.

В третьей главе описана постановка и решение задачи оптимизации геометрии линейного электродвигателя. В отличие от традиционного подхода в оптимизацию введены уровни, которые передают проектной системе гибкость и позволяют реализовывать широкий круг проектных ситуаций.

Четвертая глава содержит аэродинамические расчеты, тепловой анализ, схемотехнические решения комплекса, результаты натурных испытаний опытного образца. Достоинством работы является доведение ее до конкретного практического результата. В главе показана конструкторская проработка перспективного варианта привода.

В заключении приводятся основные выводы, подтверждающие выполнение поставленных задач.

Научная новизна результатов.

Диссертация вносит вклад в теорию развития линейных электродвигателей для следящих гидроприводов.

К новизне следует отнести результаты анализа влияния вихревых токов на быстродействие и величину потерь.

В работе приведен новый подход к определению рабочего магнитного потока.

Заслуживает внимания многоуровневая однокритериальная оптимизация, позволяющая выполнять проектные работы для различных вариантов проектных ситуаций.

Новизна технических решений подтверждена патентами и свидетельствами.

Практическая значимость результатов.

Разработанные методики расчета магнитного поля максимально приближены к инженерной практике и могут быть использованы в обучающих курсах для инженеров электромехаников.

Основным практическим результатом следует считать создание проектной системы как инструмента для проектирования линейных электродвигателей этого класса.

Разработка конструкторской документации на базовый образец с радиально-тангенциальной системой возбуждения может быть использована для подготовки серийного производства электромеханических приводов данного типа.

Обоснованность и достоверность

В работе использованы общеизвестные методы и апробированные программные средства, которые позволяют сделать вывод о достоверности полученных результатов. Вновь предлагаемые методики проверены с помощью более точных программ, построенных на базе метода конечных элементов, которые подтвердили требуемую точность для математических моделей методов расчета.

Работа завершена изготовлением и конструкторскими испытаниями опытного образца, которые показали хорошую сходимость результатов расчета и эксперимента.

На основании изложенного, можно сделать вывод о том, что полученным научным результатам, выводам и положениям можно доверять.

Оценка научной квалификации автора.

Для проведения анализа автор использовал сложные программные средства, такие как Ansys Electronics Desktop в различных режимах расчета, метод покоординатного спуска Гаусса-Зайделя, метод эквивалентных схем замещения для вентиляционного расчета и теплового анализа. Проектная система разработана на алгоритмическом языке Delphi. С участием диссертанта проведены сложные конструкторские испытания. Поставленные в работе комплексные задачи решены. Все это говорит о хорошем уровне подготовки Ганджи Д.С. по профилю электромеханики и научной специальности 4.2.4-Электротехнические комплексы.

Соответствие паспорту специальности.

Работа соответствует паспорту специальности по 5 пунктам в части разработки компьютерных моделей, разработки компонентов электротехнических комплексов, оптимизации, исследованию качества функционирования электротехнических комплексов и их компонентов.

Основные результаты диссертации опубликованы в авторитетных научных журналах, имеющих аккредитацию ВАК, а также в журналах научнометрической базы Scopus. Все главы диссертации представлены научной общественности для анализа и обсуждения.

Апробация результатов диссертации.

Работа представлялась автором на 4-х Международных конференциях, что вполне достаточно для апробации кандидатской диссертации. По результатам участия опубликованы статьи конференций в базе Scopus.

Соответствие автореферата содержанию диссертации.

Объем и содержание автореферата позволяют получить представление о проделанной научной работе, основных ее выводах положениях и результатах.

По представленной работе имеются следующие вопросы и замечания, которые требуют пояснения и комментарии:

1. В выводах к первой главе конструкция №3 в результате сравнительного анализа признана лучшей и рекомендована в качестве базовой для внедрения в производство, однако для испытаний был изготовлен образец на основе конструкции 1. Следует пояснить возникшее противоречие.

2. В первой главе указывается, что лидером в данной отрасли является фирма Yuken и в качестве прототипа используется ЭМП производства указанной фирмы. Отсутствуют результаты сравнения характеристик изготовленного образца с конкурентным образцом фирмы Yuken.

3. При выборе программного обеспечения для моделирования потерь было отдано предпочтение решателю Eddy Current, в котором моделируются потери на вихревые токи на заданной частоте. Выбор объясняется тем, что обмотка якоря питается высокочастотными знакопеременными прямоугольными импульсами, для которых, при разложении в ряд Фурье, первая гармоника по площади достигает 80%. Однако потери на вихревые токи зависят не только от квадрата амплитуды, но и от квадрата частоты. Оценивался ли какими-либо методами влияние неучтённых в Eddy Current высших гармоник на потери от вихревых токов и на тормозное усилие?

4. Использование в качестве материала гильзы немагнитной стали позволило бы уменьшить её толщину (и воздушный зазор) за счёт большей прочности, а также вихревые токи за счет большего электрического сопротивления. Чем обусловлено применение гильзы из алюминиевого сплава?

5. В тексте диссертационной работы неоднократно отмечается, что потребляемая мощность – наиболее важный критерий качества рассматривае-

мого устройства, в связи с чем, он и выбран в качестве параметра оптимизации. Стоимость активных материалов является менее важным показателем? Не приведёт ли выбор этого параметра к чрезмерному росту расхода дорогостоящих материалов ПМ, обмоточного провода и конструкционных материалов?

6. Рассматривались ли в качестве параметра оптимизации другие показатели качества, учитывающие, в том числе расход материалов, например, удельное (на единицу массы активных материалов) энергопотребление?

7. Путевые аэродинамические сопротивления в воздушном зазоре и каналах охлаждения, а также коэффициенты теплоотдачи на теплообменных поверхностях зависят от вида течения хладагента. Каким образом определялся вид течения хладагента в воздушном зазоре, каналах охлаждения и теплообменных поверхностях?

8. Почему при наличии физического образца не были верифицированы результаты теплового и вентиляционного расчётов предложенной двухконтурной системы?

Несмотря на приведенные замечания, диссертация имеет положительное общее впечатление.

Заключение.

Диссертация Ганджи Дмитрия Сергеевича «Теоретические исследования и разработка принципиальных решений для электромеханического привода электрогидравлического усилителя мощности», является законченной научно-квалификационной работой, которая по содержанию, объекту и направлению исследований, полученным новым научно обоснованным результатам соответствует паспорту научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы. В работе получены результаты, которые являются дальнейшим развитием следящих гидроприводов, имеющих важное научно-техническое значение.

Диссертация соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор Ганджа Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 –Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент
доцент кафедры «Электромеханика и автомобильное электрооборудование»
ФГБОУ ВО «СамГТУ», к.т.н., доцент,

Дата составления отзыва: 19.03.2026



Юрий Николаевич
Иванников

Подпись Юрия Николаевича Иванникова
заверяю, учёный секретарь ФГБОУ ВО
«СамГТУ»

д.т.н.



Ю.А. Малиновская