

ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, доцента
Ганджи Сергея Анатольевича**

**на диссертационную работу Шутемова Сергея Владимировича
«Разработка и исследование модуля линейного вентильного электро-
двигателя для погружных нефтедобывающих насосов», представлен-
ную на соискание ученой степени кандидата технических наук по спе-
циальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты**

На отзыв соискателем представлены следующие материалы:

- диссертация, состоящая из введения, шести глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложений.
- автореферат, в котором приведена общая характеристика работы, изложено содержание и приведены основные результаты и выводы.
- акты об использовании результатов диссертационной работы

На основании изучения представленных материалов оппонентом установлено следующее.

1. Соответствие диссертации специальности специализированного совета

Диссертация Шутемова С.В. направлена на решение задачи разработка и исследование модуля линейного вентильного электродвигателя для погружных нефтедобывающих насосов. Объектом исследования является линейный вентильный двигатель. Предметом исследования являются методы анализа электрических машин этого класса. Поэтому диссертация соответствует паспорту специальности 05.09.01- Электромеханика и электрические аппараты и профилю диссертационного совета Д 212.285.03.

Диссертация является законченным научным трудом.

2. Актуальность темы диссертации

Добыча углеводородов является бюджетообразующей отраслью экономики страны, поэтому ей необходимо уделять особое внимание. При этом следует отметить, что легкодоступные месторождения нефти и газа практически исчерпаны. Новые залежи ископаемых находятся на больших глубинах, в труднодоступных местах. Для их освоения необходимо разрабатывать оборудование нового поколения, которое позволило бы решить эти сложные технические задачи. Представленная на рассмотрение диссертация посвящена проектированию нового класса приводов для нефтедобычи. Линейные вентильные электродвигатели совместно с плунжерными насосами помещаются непосредственно в скважину, что позволяет им работать на больших глубинах без подвода механической мощности через шток. Кроме этого, сам электродвигатель является источником нагрева нефтяного пласта, что позволяет разрабатывать запарафиненную нефть. Проектирование такого иннова-

ционного оборудования требует проведение научных исследований в этой области и разработки новых инженерных методик анализа и синтеза. В связи с этим исследования Шутемова А.В. следует признать важными и актуальными.

3. Новизна исследований и полученных результатов

Новизна проведенных в диссертации исследований заключается в проработке поставленных задач на качественно новом высоком современном уровне, достижении целей диссертации с выработкой новых методик.

Новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Автором разработана математическая модель расчета линейного двигателя. Модель позволяет представить трехмерную задачу по расчету поля в виде эквивалентной двухмерной задачи, что существенно экономит вычислительные ресурсы.

2. Разработан алгоритм расчета электромагнитных процессов модуля линейного двигателя, позволяющий получить приемлемую для инженерной практики точность расчета усилий, действующих на подвижную часть мотора.

3. В работе рассмотрены различные варианты магнитных систем и выбран, оптимальный с точки зрения развиваемого усилия.

4. Разработана методика расчета одностороннего тяжения при асимметрии подвижного элемента двигателя. Даны рекомендации по борьбе с этим эффектом с помощью центрирующих элементов.

Полученные новые результаты вносят вклад в развитие методов проектирования электродвигателей этого класса.

4. Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и заключений диссертации

Автор при получении положений, выводов и заключений корректно использует известные научные методы: теории электромагнитного поля и теории нелинейных магнитных цепей, метод конечных элементов, методы алгоритмического программирования.

Обоснованность полученных результатов, выводов и рекомендаций обеспечена строгим следованием физическим законам и выполнением математических преобразований, использованием современных математических моделей, принятием признанных допущений.

Достоверность полученных результатов подтверждена натурными экспериментами с хорошим совпадением данных испытаний опытного образца и расчетов с применением разработанных методик, внедрением разработки в промышленность.

5. Значение для науки и практики выводов и рекомендаций

Полученные диссертантом научные результаты расширяют теоретическую базу в области проектирования линейных вентильных электрических машин. Полученные новые аналитические зависимости уточняют и совершенствуют методику проектирования электрических машин этого класса.

Преобразование трехмерной геометрии к двумерной расчетной модели позволяет существенным образом упростить полевую задачу и включить расчетную модель в многовариантные оптимизационные циклы.

Основным практическим результатом является разработка алгоритма расчета усилия, что позволяет решать широкий круг практических задач.

Практическую значимость имеет анализ различных форм зубцовой зоны статора и выбор наилучшего варианта с точки зрения развиваемого момента.

6. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации

Автором решена актуальная научно-техническая задача развития теории линейных вентильных электрических машин, что позволило внести значительный вклад в развитие отечественного электромашиностроения. Полученные в диссертации научные и практические результаты обоснованы и достоверны, являются новыми и значимыми. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на высоком уровне и соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

7. Достоинства и недостатки содержания и оформления диссертации

Структура диссертации общепринятая, имеет логическое построение. По каждой главе и диссертации в целом сделаны выводы, которые представляют результаты работы. Диссертация в целом написана грамотно с использованием современных технических терминов, аккуратно оформлена.

В то же время имеются замечания редакционного характера. Термин «идеализированная математическая модель» является неудачным, наиболее приемлемым термином следует считать «упрощенная математическая модель».

Некоторые части работы содержат переизбыток аббревиатуры (ЦЛВД, ПБЭНА, ПЧ, НКТ, ШНУ, УЦН и др.), что несколько затрудняет восприятие содержания.

По мнению оппонента, было бы более логично поменять 5 главу с 6 главой местами, то есть, сначала представить теоретическую часть, а завершить работу результатами эксперимента.

8. Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью отражает содержание работы, содержит информацию об основных положениях и выводах диссертации, позволяет сделать заключение о научном и техническом уровне работы.

9. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 печатных работах, в том числе в 5 изданиях из списка ВАК, для которых проводилась экспертиза.

10. Апробация работы

Результаты работы прошли достаточную апробацию и обсуждались ведущими специалистами на 6 конференциях и симпозиумах международного и регионального уровней. Автор известен научной общественности как специалист по рассматриваемой проблеме.

11. Вопросы и замечания по диссертационной работе в целом

По представленной к защите работе имеются следующие замечания:

1. Предлагаемый вентильный линейный электродвигатель развивает очень большие усилия. Из конструкции погружного бесштангового электронасосного агрегата, в который входит линейный двигатель, непонятно каким образом демпфируются эти усилия в конечных точках движения штока. Могут ли эти удары разрушить элементы конструкции, в частности хрупкие постоянные магниты.

2. Автор пренебрегает потерями на вихревые токи в массивных частях статора из-за низкой частоты перемагничивания магнитного поля. Необходимо было подтвердить это положение расчетами. Программа Ansys позволяет сделать такую оценку.

3. Конструкция линейного двигателя имеет достаточную поверхность для отвода тепла от обмотки статора. Тем не менее, было бы интересно оценить тепловое состояние двигателя при номинальной нагрузке в длительном режиме работы. Тепловые расчеты в работе не представлены, что несколько снижает ее значимость.

4. В конструкции в качестве датчиков положения подвижной части представлены только концевые элементы на герконах, которые осуществляют реверс подвижной части. Непонятно, каким образом осуществляется коммутация фаз линейного двигателя для синхронизации перемещения электромагнитного поля и подвижной части линейного двигателя.

5. В работе нет оценки уровня реактивных усилий из-за наличия постоянных магнитов и зубчатости статора. Позволяет ли предлагаемая расчетная модель сделать такую оценку?

6. Работа приобрела бы большую практическую ценность, если бы автор, на основе проведенных исследований, предложил бы инженерную методику проектирования электродвигателей этого класса с выбором основных размеров, обмоточных данных, величины рабочего хода, параметров постоянных магнитов.

12. Заключение о научной работе в целом

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления о проделанной научной и опытно-конструкторской работе.

Представленная на защиту Шутемовым А.В. диссертация, является законченной научно-исследовательской работой, содержащей научно-обоснованные методики расчета и проектирования линейного вентильного электродвигателя для погружных нефтедобывающих насосов.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к квалификационным диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты, а ее автор, Шутемов Сергей Владимирович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент: Ганджа Сергей Анатольевич
доцент, д-р. техн. наук (05.09.01 –
Электромеханика и электрические аппараты),
декан Энергетического факультета
Политехнического института ФГБОУ ВО
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
454080, г. Челябинск,
просп. Ленина, 76 ауд.252
тел.: +7 (351) 267-91-51
E-mail: gandja_sa@mail.ru



С.А. Ганджа

Подпись Ганджи С.А. заверяю:

Верно
Ведущий документовед
О.В. Гришина

