

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Национальный Исследовательский Университет «МЭИ»  
111250 Россия г. Москва, улица Красноказарменная, дом 14,  
Тел.: 8(495) 362-70-01, E-mail: universe @ mpei.ac.ru

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шутемова Сергея Владимировича  
«РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ ВЕНТИЛЬНОГО  
ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ  
ДЛЯ ПОГРУЖНЫХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ НАСОСОВ»,  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.09.01- «Электромеханика и электрические аппараты»,

В связи с тенденцией увеличения глубин скважин на нефтяных промыслах России и уменьшением дебита эксплуатируемых месторождений существующие погружные плунжерные насосы с колонной насосных штанг не в полной мере соответствуют требованиям современных нефтяных промыслов. Наличие колонны штанг в составе станка -качалки приводит к низкому КПД, которое у насосного агрегата из-за трения составляет порядка 27-47 процентов. При этом возникает опасность обрыва колонны штанг, так как с увеличением глубины добычи более 2000 метров их вес становится критическим. Наличие переменных упругих деформаций колонны штанг не позволяет полностью использовать рабочий ход плунжера в цилиндре.

Использование плунжерного насоса, сочлененного с цилиндрическим линейным вентильным двигателем позволяет снизить трение из-за отсутствия колонны штанг и повысить общий КПД установки в целом, по сравнению со станком качалкой. Передача энергии к забою скважины по электрическому кабелю намного эффективнее, чем механическая передача штангой.

В этой связи возникает необходимость разработки погружных без штанговых электронасосных агрегатов на основе эффективных цилиндрических линейных вентильных двигателей (ЦЛВД). Диссертация Шутемова С. В. посвящена разработке рекомендаций по проектированию ЦЛВД для глубоких и малодобитых скважин, а также инженерных методик расчета его характеристик.

Новизна исследования и полученных результатов, сформулированных в диссертации состоит в том, что автором получены следующие новые научные результаты

-идеализированная математическая модель электромагнитных процессов ЦЛВД, которая учитывает характер магнитного поля в двигателе по всем трем координатам.

- методика расчета электромагнитных процессов модуля ЦЛВД, которая совмещает численное моделирование электромагнитного поля на двухмерной полевой модели и геометрические размеры двигателя трехмерной модели. Время расчета одной точки характеристики на основе предложенной модели составляет несколько минут машинного времени вместо десятков часов при расчете трехмерной модели. Ускорение расчета позволяет рассчитывать характеристики различных конструктивных модификаций двигателя и выбирать оптимальную конструкцию.

-методика и результаты экспериментального исследований для определения



основных характеристик ЦЛВД и получения данных лабораторных испытаний, подтверждающих теоретические расчеты,

Практическая значимость диссертационной работы представляют следующие основные результаты диссертационного исследования:

- рассмотрены основные особенности применения цилиндрического линейного двигателя в качестве электропривода безштанговых насосных агрегатов для добычи нефти,

- пакет прикладных программ расчета электромагнитного поля методом конечных элементов, основанный на преобразовании трехмерной модели двигателя к двухмерной, позволяющей рассчитывать выходные показатели и характеристики двигателей с учетом конструктивных особенностей

- результаты анализа возможных конструкций элементов индуктора и вторичного элемента модуля цилиндрического линейного вентильного электродвигателя, которые определили конструкцию электродвигателя, обладающего максимальным усилием,

- практический задел конструкторско-технологических решений, примененных в экспериментальном образце цилиндрического двигателя

- проект промышленного образца ЦЛВД для привода плунжерного насоса для ПАО «Мотовилихинские заводы», позволяющий снизить малогабаритные параметры привода насосной установки.

Диссертация «Разработка и исследование модуля вентильного линейного электродвигателя для погружных нефтедобывающих насосов», оформлена в соответствии с пунктом 24.1 Положения о совете по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук и ГОСТом Р 7.0.11-2011.

К замечаниям по поводу выполненной диссертации следует отнести:

1. В диссертации рассматривается модель электромагнитных процессов ЦЛВД с приведением трехмерного распределения поля к двухмерному, что позволяет сократить время расчета. Однако в диссертации отсутствует сравнение предложенной двухмерной модели с двухмерной моделью в цилиндрической системе координат в плоскости  $XOZ$ , которая соответствует продольному разрезу двигателя (рис.2.1, стр 33).

2. Вторичная часть двигателя совершает возвратно-поступательные движения, поэтому токи в фазах якоря не являются синусоидальными. Возникает вопрос насколько правомерно оперировать в расчетах индуктивными сопротивлениями и установившимися значениями токов, а не индуктивностями и мгновенными значениями на основе дифференциальных уравнений. К сожалению, в диссертации этот вопрос не рассматривается.

3. В плунжерных насосах вторичная часть с постоянными магнитами работает постоянно в динамическом режиме, однако в диссертации отсутствуют уравнения динамики для этого привода и не приведены осциллограммы токов и усилий (расчетных или экспериментальных) для анализа их максимальных значений. Максимальные токи позволяют определить размагничивание постоянных магнитов, а максимальные усилия - оценить степень сохранности редкоземельных магнитов, которые являются достаточно хрупким материалом.

4. В тексте на стр.22 ряд геометрических размеров обозначены греческими буквами, а на чертеже двигателя рис.1.4 эти же размеры обозначены латинскими буквами.


Указанные замечания не изменяют общей положительной оценки



диссертационной работы Шутемова Сергея Владимировича, выполненной на высоком научно-техническом уровне и содержащей оригинальные результаты, позволяющие решать проблемы моделирования электромагнитных полей при проектировании цилиндрических линейных двигателей .

Диссертационная работа «Разработка и исследование модуля вентильного линейного электродвигателя для погружных нефтедобывающих насосов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01-«Электромеханика и электрические аппараты», является законченной научно-квалификационной работой, Она соответствует всем критериям, установленным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Шутемов С. В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 - «Электромеханика и электрические аппараты».

Доктор технических наук, профессор  
кафедры «Электромеханика, электрические и электронные аппараты»,  
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

 /Беспалов В.Я./

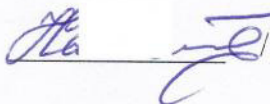
Беспалов Виктор Яковлевич

Подпись д. т. н., проф. Беспалова В. Я.  
заверяю

« 06 » марта 2018 г.

Начальник управления по работе  
с персоналом НИУ «МЭИ»



 САВИН Н. Г./