

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента к.т.н. Некрасова Антона Алексеевича** на диссертационную работу Валишина Дениса Евгеньевича «Совершенствование асинхронного линейного электропривода скважинного плунжерного насоса для сельскохозяйственного водоснабжения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук в диссертационный совет Д220.061.03 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Важным условием устойчивого развития сельских территорий является проведение мероприятий по совершенствованию систем водоснабжения. Качество водоснабжения напрямую сказывается на эффективности работы функционирование молочно-товарных ферм, птицефабрик, фермерских хозяйствах и животноводческих комплексах для выращивания животных и птицы. При этом важным является создание для этих предприятий насосных систем небольших размеров работающих с низкими расходами воды при большой высоте её подъема.

Поставленная в диссертации задача по разработке и исследованию энергосберегающего безредукторного электропривода скважинного плунжерного насоса на базе цилиндрического линейного асинхронного двигателя с упругими накопителями механической энергии с периодическим переключением с трехфазного питания на двухфазное является актуальной.

### **2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, можно считать обоснованными, проработанными на достаточном научно-исследовательском уровне, что подтверждается достаточной сходимостью результатов расчетов с экспериментальными данными, полученными на экспериментальной установке.

Научная новизна работы состоит в аналитическом и экспериментальном обосновании применения в качестве электропривода скважинного плунжерного насоса (СПН) цилиндрического асинхронного линейного двигателя с упругими



накопителями механической энергии и с периодическим переключением с трехфазного питания на двухфазное.

Достоверность научных положений подтверждена использованием современного математического аппарата с применением компьютерных технологий, фундаментальных положений и законов теоретической электротехники, теории электрических машин, сравнением с результатами приведенных исследований.

Автором достаточно глубоко изучены системы подъема воды и проведён их сравнительный анализ, выявлены преимущества плунжерных насосов перед другими видами, проанализированы недостатки их электроприводов и предложен электропривод на базе цилиндрического линейного асинхронного двигателя (ЦЛАД), наиболее подходящий для данного типа насосов. Он корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Экспериментальные исследования проведены автором с использованием современных методик и средств измерения. Приведены данные, подтверждающие достижение поставленной цели работы.

### **3. Оценка новизны и достоверности полученных результатов**

Новизна и достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями, доказывающими целесообразность применения электропривода на базе цилиндрического линейного асинхронного двигателя для скважинного плунжерного насоса с упругими накопителями механической энергии и с периодическим переключением его с трехфазного питания на двухфазное.

В качестве новых научных результатов, полученных диссертантом, следует выделить:

- разработана конструкция электропривода скважинного плунжерного насоса, отличающаяся высокими технико-экономическими показателями в результате использования ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии с периодической коммутации фазы двигателя при трехфазном питании;

- создана математическая модель электропривода СПН на базе ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии, позволяющая исследовать его работу при периодической коммутации фазы при трехфазном питании;

- выявлены закономерности влияния СПН на энергетические показатели линейного асинхронного электропривода.

По результатам работы автором сформулированы основные выводы, которые являются ответами на поставленные задачи и подтверждаются выполненными соискателем теоретическими и экспериментальными исследованиями.

**Вывод 1.** Основывается на проведенном анализе существующих систем подъема воды из скважины, на основании которого автором была предложена новая конструкция электропривода СПН на базе ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии с периодической коммутации фазы двигателя при трехфазном питании (патент РФ № 2578746).

**Вывод 2.** Сообщает о том, что автором была разработана математическая модель электропривода СПН на базе ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии и реализацией периодического отключения одной фазы при трехфазном питании двигателя, позволяющая выбрать параметры, при которых достигаются рациональные энергетические и технические показатели. Вывод является обоснованным, новым и достоверным.

**Вывод 3.** Проведены теоретические исследования электропривода СПН на базе ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии и реализацией периодического отключения одной фазы при трехфазном питании двигателя позволяющие уменьшить пусковые токи как по амплитуде так и по продолжительности переходных процессов, а также определить рациональные энергетические и технические показатели. Вывод является обоснованным, новым и достоверным.

**Вывод 4.** Обобщает результаты экспериментальных исследований. Получены временные зависимости фазного тока индуктора ЦЛАД, положения плунжера, производительности и КПД. Достоверность вывода подтверждена результатами экспериментальных исследований.



**Вывод 5.** Отражает результаты проведенных автором расчетов экономической эффективности от внедрения электропривода СПН на базе ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии с периодическим переключением с трехфазного питания на двухфазное.

#### **4. Оценка содержания диссертации**

Диссертация содержит введение, 5 глав, заключение, список использованных источников и 7 приложений. Основной текст диссертации изложен на 114 страницах, включает 10 таблиц и 50 рисунков. Список использованной литературы включает 107 наименований, в том числе 7 на иностранных языках. В приложениях приведены дополнительные материалы к диссертации: копия патента РФ на изобретение, схема системы управления СПН на базе ЦЛАД, результаты экспериментов, акты принятия к внедрению результатов научно-исследовательской работы на предприятиях Республики Башкортостан, справку о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс.

В первой главе произведен анализ существующих системы водоснабжения, выявлены их достоинства и недостатки. Приведены преимущества плунжерных насосов в сравнении с центробежными насосами, применяемыми для водоснабжения. Для повышения эффективности работы электропривода колебательного движения плунжерного насоса предлагается применить ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии и с периодической коммутацией фазы двигателя при трехфазном его питании. Сформулирована цель и поставлены основные задачи исследования.

Задачи исследования, сформулированные автором в первом разделе, полностью реализованы в процессе выполнения работы.

Во второй главе приводятся результаты выбора конструктивно-технологической схемы электропривода, на которой определены все силы, возникающие при работе плунжерного насоса с ЦЛАД. Математическое моделирование электромагнитных процессов проведено по схемам замещения на базе уравнений Парка-Горева. Решение нелинейной динамической системы

уравнений проведено применением пакета объектно-визуального моделирования MATLAB (Simulink).

В третьей главе представлены теоретические исследования электропривода СПН на базе ЦЛАД с упругими накопителями механической энергии с периодической коммутацией фазы двигателя при трехфазном питании. Исследования показали снижение пусковых токов по амплитуде и по продолжительности при коммутации одной фазы по сравнению с коммутацией всех трех фаз. Также исследованы характеристики электропривода: КПД, мощность, рабочие характеристики. Сделаны положительные выводы.

В четвертой главе разработана программа и методика экспериментальных исследований, на основе которой создана экспериментальная установка. Экспериментальная установка оснащена современной аттестованной контрольно-измерительной аппаратурой с многоканальной регистрацией результатов измерений и их математической обработкой. Проведенные экспериментальные исследования показали хорошее схождение с теоретическими.

В пятой главе проведен сравнительный анализ статистическим методом срока окупаемости инвестиций без учета дисконтирования электропривода скважинного плунжерного насоса на базе ЦЛАД в виде промышленного образца. Сделан вывод о том, что применение предлагаемого решения позволяет снизить потребление электрической энергии на 23 % для животноводческого комплекса на 500 голов с годовым потреблением воды 8212,50 м<sup>3</sup>.

Материал диссертации изложен логично, представляет собой единую, взаимосвязанную работу. Текст диссертации и автореферат достаточно полно отражают содержание выполненных исследований. Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

#### **5. Значение полученных результатов для науки и практики**

Значимость проведенных исследований для науки и практики заключается в следующем:

- разработана математическая модель электропривода на базе ЦЛАД для СПН, позволяющая исследовать режим его работы с периодической коммутацией трехфазного режима в двухфазный;



- разработана конструкция электропривода на базе ЦЛАД для СПН с системой управления, обеспечивающей периодическую коммутацию фазы двигателя при трехфазном питании, позволяющая уменьшить пусковые токи и улучшить энергетические характеристики привода;

- создана экспериментальная установка для физического исследования процессов, происходящих в электроприводе на базе ЦЛАД для СПН;

- проведенные исследования периодической коммутации фазы двигателя при трехфазном питании, позволяют дать рекомендации по проектированию привода с ЦЛАД, которые могут быть использованы при инженерных расчетах для различных технологических линий в АПК.

#### **6. Внедрение и предложения по дальнейшему использованию результатов диссертационного исследования**

Научные и практические результаты диссертационной работы приняты к внедрению в агрофирме «У Корно», в ООО «ИспЭК» и соответствуют направлению научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ» с малым инновационным предприятием ООО «ЭШАР» по теме: «Повышение эффективности работы СПН применением линейного асинхронного привода», заключенной по договору № 143 от 12 декабря 2013 года, гос. регистрация №01201176549.

Результаты исследований используются в учебном процессе кафедры «Электрические машины и электрооборудование» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ по дисциплине «Автоматизированный электропривод».

Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по проектированию и применению разработанного электропривода для других технологических машин с колебательным движением рабочего органа.

#### **7. Полнота публикаций научных результатов**

Результаты исследований, выводы и практические рекомендации были доложены и одобрены на научно-практических конференциях в 2010 – 2018 гг.

Основные результаты исследований по теме диссертационной работы опубликованы в 15 научных работах, из них 2 в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 патент РФ на изобретение.

## **8. Замечания по диссертационной работе:**

1. В качестве электродвигателя привода скважинного плунжерного насоса выбран асинхронный линейный двигатель, но не рассмотрен синхронный линейный двигатель.

2. Математическое моделирование работы ЦЛАД проводилось по схемам замещения, а не полевым методом, не ясно чем обосновывается такой подход.

3. Применение в разработанном приводе в качестве датчика положения – датчика скорости дало бы больше возможностей для регулирования производительности плунжерного насоса.

4. В работе нет пояснения по какому параметру мощности или силе тяги выбран электродвигатель.

5. Из диссертационной работы не ясно как предусмотрена защита линейного электродвигателя от аварийных случаев (срывов работы) при заклинивании, не доходе до датчиков, сухом ходе.

6. В работе не представлено описание конструкции и технических характеристик ЦЛАД принятого для реализации электропривода скважинного плунжерного насоса.

7. В диссертации имеются замечания редакционного характера (стр. 12, 14,23,33,34,75, 87, 100).

## **9. Заключение.**

В целом диссертационная работа Валишина Дениса Евгеньевича на тему: «Совершенствование асинхронного линейного электропривода скважинного плунжерного насоса для сельскохозяйственного водоснабжения», выполненная по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» представляет собой законченную, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, представляющую научную и практическую значимость. Приведенные выше замечания не носят принципиального характера и могут быть учтены соискателем в дальнейших исследованиях.

Диссертационная работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне, предъявляемым к кандидатским диссертациям.



Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 15 научных трудах, в том числе 2 в изданиях перечня ВАК РФ, получен один патент РФ на изобретение. Автореферат соответствует диссертации, отражает ее структуру и основное содержание.

Диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор - Валишин Денис Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве».

Официальный оппонент:  
кандидат технических наук по  
специальности 05.20.02, старший  
научный сотрудник отдела  
Электрификации и энергообеспечения  
АПК ФГБНУ «Федеральный научный  
агроинженерный центр ВИМ»

А.А. Некрасов



Подпись Некрасова А.А. заверяю

*Некр*  
*Зав. отд. кадр* 14.02.2019г.  
*Г.И. Смирнова*  
14.02.2019

Ф.И.О. лица, представившего отзыв	Некрасов Антон Алексеевич
Место работы	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)
Адрес	109428, РФ, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5
e-mail	nalios@mail.ru
Телефон	8 (499) 171-85-40