

**О Т З Ы В**  
**на автореферат диссертации**  
**Воекова Владимира Николаевича**  
**«Частотный электропривод на базе синхронного**  
**двигателя с постоянными магнитами с релейным**  
**управлением для насосов нефтегазовой отрасли»,**  
**представленной на соискание ученой степени**  
**кандидата технических наук по специальности**  
**05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы**

Воековым В. Н. выполнена диссертационная работа на актуальную для теории и практики улучшения электромагнитной совместимости электропривода насосов нефтегазовой отрасли с сетью тему.

В автореферате четко сформулированы цели и задачи, позволяющие оценить уровень работы и глубину проработки темы.

**Методология и методы исследования:** в работе использованы методы теории электропривода, теории автоматического управления, компьютерного моделирования в *MatLab/Simulink* и экспериментального исследования на испытательном стенде.

**Обоснованность и достоверность научных положений** обеспечивается корректным применением методов теории электропривода, теории автоматического управления, компьютерного моделирования и сравнением с результатами стендовых экспериментов.

**Научная новизна** работы представлена следующими результатами:

1) разработан алгоритм релейного управления ключевыми элементами инвертора напряжения, отличающийся формированием сигналов задания на коммутацию ключевых элементов на основе векторного анализа состояния переменных системы вентильного электропривода во вращающейся системе координат;

2) разработаны автоматическая система и алгоритм управления преобразователем частоты с релейными регуляторами фазных токов инвертора, отличающийся релейным регулированием напряжения на входе инвертора с помощью дополнительного понижающего импульсного преобразователя напряжения в выпрямленной цепи, с обеспечением стабилизации входного напряжения инвертора на требуемом уровне и улучшения гармонического состава напряжения в обмотках двигателя;

3) разработан алгоритм управления преобразователем частоты с релейными регуляторами фазных токов инвертора, отличающийся формированием сигнала управления дополнительным повышающим



импульсным преобразователем напряжения в выпрямленной цепи с помощью релейного регулятора тока на основе использования принципа баланса мощности на входе и выходе преобразователя напряжения, с достижением улучшенной электромагнитной совместимости электропривода с питающей сетью и поддержанием требуемого значения напряжения на обмотке статора двигателя, питающегося через протяженные кабельные линии системы электроснабжения;

4) разработан алгоритм управления преобразователем частоты с релейными регуляторами фазных токов инвертора, отличающийся поддержанием заданных значений тока в выпрямленной цепи и напряжения на выходе инвертора с помощью дополнительного повышающего импульсного преобразователя напряжения с релейным регулятором тока, получающего сигнал управления в результате сравнения сигнала задания на ток с измеренным значением тока.

#### **Практическая значимость** заключается в следующем:

1) улучшен гармонический состав тока, потребляемого из сети преобразователем частоты, за счет введения в конструкцию преобразователя частоты дополнительного импульсного преобразователя напряжения;

2) разработаны алгоритмы совместного релейного управления ключевыми элементами преобразователя частоты с использованием векторного принципа управления переменными электропривода;

3) предложенные технические решения по построению вентильного электропривода для погружных нефтяных насосов на базе СДПМ позволят существенно повысить работоспособность насосных установок за счет увеличения межремонтного периода, а также обеспечить улучшенную электромагнитную совместимость с питающей сетью;

4) применение вентильных электроприводов с векторным управлением и релейным регулированием тока статора оправдано в полевых условиях на скважинах, поскольку они практически мгновенно реагируют на броски момента, нередко возникающие в глубинных пластах, и позволяют обеспечить бесперебойную работу насосной установки;

5) алгоритмы релейного управления возможно внедрить в уже разработанные станции управления центробежными насосами без значительных экономических затрат, что является важным шагом на пути к массовому применению таких частотно-регулируемых электроприводов.

#### **Использование результатов**

Результаты работы используются в ООО «Борец-НЭО» (г. Москва) при схемной реализации станции управления вентильного электропривода.



**Работа прошла апробацию**, поскольку ее результаты опубликованы в одиннадцати печатных работах, в том числе в трех статьях в изданиях из Перечня ВАК РФ, две статьи в сборниках трудов научных конференций, индексируемых в наукометрических базах *Scopus*, *IEEE*, одном патенте РФ на полезную модель, докладывались и обсуждались на международных и Всероссийских научно-технических конференциях.

**Автореферат** написан литературным языком с использованием терминологии, принятой в данной отрасли науки и техники. Стиль изложения – доказательный.

**По автореферату имеются следующие замечания:**

- 1) из схемы на рис 2 и текста автореферата на стр. 8 – 9 не ясно, какие функции выполняет блок ЛФС?
- 2) автор не поясняет, чем обусловлено увеличение напряжения в момент времени 0,5 с на временной диаграмме рис. 4 б?;
- 3) в автореферате отсутствует количественная оценка совпадения результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Оценивая уровень работы в целом, можно заключить, что выполненная диссертационная работа является завершенной, соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор – Воеков Владимир Николаевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Зав. кафедрой электропривода и электротехники  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный  
исследовательский технологический  
университет», д. т. н., доцент, научная специальность  
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Макаров Валерий Геннадьевич

Доцент кафедры электропривода и электротехники  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный  
исследовательский технологический  
университет», к. т. н., доцент, научная специальность  
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Цвенгер Игорь Геннадьевич

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра электропривода и электротехники  
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, 68  
тел. (843) 231-41-27  
e-mail: [electroprivod@list.ru](mailto:electroprivod@list.ru)



Макарова В.Т.  
Свенгер И.Т.  
удостоверяется.

Заведующий ОКИД ФГБОУ ВО «КНИТУ»

О.А. Перельгина