

О Т З Ы В
на автореферат диссертации
Рулевского Виктора Михайловича
«Энергоэффективные системы электропитания
глубоководных телеуправляемых подводных аппаратов»,
представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Рулевым В. М. выполнена диссертационная работа на актуальную для теории и практики систем электропитания подводных робототехнических комплексов тему.

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

Методы исследования. В качестве основных методов теоретического исследования использовались классические методы анализа электрических и магнитных цепей, современной теории автоматического регулирования и математического моделирования. Имитационные исследования проводились с применением программы *Simulink* пакета *MatLab 7.0*. Теоретические результаты подтверждались экспериментальными исследованиями, выполняемыми на стендовом оборудовании в лабораторных условиях и на опытно-промышленных образцах, разработанных и изготовленных в «НИИ АЭМ ТУСУР» (г. Томск).

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается строгим обоснованием расчетных методик и принимаемых допущений, корректным использованием современных методов научных исследований, а также многочисленными экспериментальными исследованиями на макетных и опытно-промышленных образцах.

Научная новизна работы представлена следующими результатами:

1. Предложены структуры систем электропитания глубоководных аппаратов, позволяющие за счет передачи энергии по кабель-тросу на переменном трехфазном напряжении повышенной частоты, обеспечить стабильное напряжение на нагрузке при высокой энергетической эффективности системы.

2. Разработана математическая нелинейная модель системы электропитания телеуправляемого необитаемого подводного аппарата переменного тока, учитывающая изменяемый характер параметров кабель-троса и компенсацию реактивной составляющей потребляемой мощности

нагрузки глубоководного аппарата, позволяющая оценить качество работы системы.

3. Разработана имитационная модель системы электропитания телеуправляемого необитаемого подводного аппарата переменного тока, включающая модули формирования задающего сигнала с предмодуляцией третьей гармоники выходного напряжения трехфазного автономного инвертора напряжения и вычисления параметров кабель-троса при изменении глубины погружения подводного аппарата, позволяющая оценить качество работы системы с заданной точностью.

4. Предложена имитационная модель системы электропитания телеуправляемого необитаемого подводного аппарата постоянного тока, реализующая структуру силовой части с передачей энергии по трехжильному кабель-тросу и включающая симметрирующее устройство, расположенное на глубоководном аппарате, позволяющее анализировать динамические процессы в основных элементах системы.

5. Разработаны структуры модального и оптимального регуляторов напряжения систем электропитания телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, позволяющие компенсировать изменение параметров кабель-троса и полезной нагрузки и обеспечить стабильное напряжение на подводном аппарате.

6. Разработан метод проектирования систем электропитания телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов с передачей энергии по кабель-тросу на переменном токе, позволяющий за счет учета собственной емкости кабель-троса обоснованно подойти к определению параметров напряжения в кабель-тросе при заданной передаваемой мощности.

7. Предложен метод проектирования погружных тороидальных трансформаторов систем электропитания телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, позволяющий увеличить точность тепловых расчетов за счет введения экспериментально определенного эмпирического коэффициента для заданной конструкции трансформаторов.

Практическая ценность заключается в следующем:

1. Предложены новые схемные решения, позволяющие улучшить энергетические и массогабаритные показатели системы электропитания с передачей энергии по кабель-тросу на переменном токе.

2. Созданы программы в пакетах *MatLab* и *MathCad*, реализующие математические и имитационные модели систем электропитания оптимальных регуляторов и позволяющие исследовать динамические процессы в разомкнутой и замкнутой системе при решении задач

стабилизации напряжения на полезной нагрузке телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов.

3. Разработан алгоритм работы контроллера системы электропитания телеуправляемого необитаемого подводного аппарата, позволяющий осуществить управление, контроль и диагностику состояния всей системы с отображением информации на встроенном сенсорном мониторе для обеспечения безопасной и высокой энергетической эффективности работы подводного аппарата.

4. Предложена инженерная методика расчета погружного тороидального трансформатора системы электропитания, позволяющая обеспечить компенсацию реактивной мощности кабель-троса без дополнительных дросселей и требуемый тепловой режим в процессе его эксплуатации.

5. Разработаны и внедрены в промышленную эксплуатацию пять систем электропитания для телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов: «РТ-6000», «КМТС», «УМБК», «ТНПК» и «Магеллан-1» с глубиной погружения до 6000 метров и мощностью до 47 кВт.

Реализация результатов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы использованы в «НИИ АЭМ ТУСУР» (г. Томск), внедрены в АО «Южморгеология» (г. Геленджик), используются в образовательном процессе «Инженерной школы энергетики Национального исследовательского Томского политехнического университета».

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Выбранные автором объект исследования, предмет исследования и диссертационная работа в целом соответствуют п. 1 и п. 3 паспорта научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Работа прошла хорошую апробацию, поскольку ее результаты опубликованы в пятидесяти восьми научных работах, в том числе двадцать публикаций в изданиях из перечня ВАК, десять патентов РФ на изобретения и полезные модели, пять статей в изданиях *Scopus* и *Web of Science*, одной монографии и двух свидетельствах о регистрации программы для ЭВМ, а также докладывались и обсуждались на международных, Всероссийских и отраслевых 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 текста на стр. 10 и схемы на рис. 2 не ясно, чем обусловлена необходимость применения управляемого выпрямителя в составе гаража-заглубителя?

2) из текста на стр. 12 и схемы на рис. 6 б не ясно, с какой целью в системе электропитания в составе судна-носителя установлены выпрямитель и автономный инвертор?

3) в пятом абзаце сверху на стр. 13 автор пишет о стабилизации напряжения на нагрузках телеуправляемого необитаемого подводного аппарата, однако в схемах систем электропитания, приведенных на рис. 2 – 7 блоки стабилизации не показаны, поэтому не ясно, за счет чего осуществляется стабилизация?

4) в чем заключается новизна приведенного на стр. 21 алгоритма создания упрощенной линеаризованной модели системы электропитания?

Оценивая уровень работы в целом, можно заключить, что выполненная диссертационная работа является завершенной, соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор – Рулевский Виктор Михайлович – заслуживает присуждения ученой степени доктора 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

Шаряпов Ахмет Маратович

Письмо
Макаров В.Г.
Шаряпов А.М.
Содержится.
ФГБОУ ВО «КНИТУ»
О.А. Перельгина
06.12.2018

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

Отзыв получен 13.12.2019 г. М.А. / Дыбко М.А.