

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Кудряшова Дмитрия Андреевича

«РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРИВОДА РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы.

### **На отзыв представлены:**

- диссертация «Разработка и исследование электромеханических устройств для привода регулирующих органов ядерных энергетических установок», содержащая введение, четыре главы, заключение, список литературы из 107 наименований и 4 приложения, общим объёмом 161 страница;

- автореферат диссертации.

### **Актуальность темы**

обусловлена высокими требованиями к качеству технологического процесса управления выработкой электроэнергии на объектах атомной энергетики, а также необходимостью постоянного повышения качества и надёжности процесса управления мощностью ядерных энергетических установок.

Тема работы является актуальной, так как затрагивает проблемы повышения безотказности электроприводов, обеспечивающих работу ядерных энергетических установок во всех режимах эксплуатации, продлению их ресурса, и представляет собой весьма важную задачу, необходимую для дальнейшего развития атомного энергетического машиностроения.

### **Новизна исследований и практическая значимость**

Принципиальным предложением автора в совершенствовании электроприводов вертикального перемещения регулирующих органов управления и защиты ядерных реакторов, является распределение функций между двумя отдельными электромеханическими преобразователями. Шаговый двигатель индукторного типа осуществляет перемещение и позиционирование регулирующего органа в заданном положении, в режиме управления мощностью реактора, а отдельный генератор с постоянными магнитами используется для ограничения и подстройки скорости его опускания в режиме аварийной защиты.

Использование отдельного генератора вместо общего электромеханического генератора, совмещающего функции двигателя и ограничивающего скорость устройства позво-

ляет более гибко влиять на механическую характеристику последнего, добиваясь снижения тормозного момента в области низких частот вращения, на участке где требуется интенсивный разгон регулирующего органа. В области высоких частот вращения, где требуется ограничение скорости опускания регулирующего органа до безопасной величины, тормозной момент отдельного генератора, напротив, повышается до более высокого уровня, чем в приводе одной общей машиной. Преимущество по развиваемому моменту обеспечивается за счёт меньшего активного сопротивления и индуктивного сопротивления рассеяния отдельного генератора.

В развитие принятой концепции автором предложены усовершенствованные методики проектирования и компьютерного моделирования двигателей индукторного типа, а также генераторов с постоянными магнитами на роторе, которые работают на высшей гармонике.

Результаты проектировочных расчётов проверены и подтверждены расчётами на оригинальных сеточных моделях для численного расчёта, предложенных автором.

Предложены и проанализированы новые конструкции электромеханических преобразователей, использование которых обеспечивает дополнительные возможности по достижению заданного закона движения РО.

В ходе проведённых исследований автором получены новые результаты, наиболее существенными из которых являются:

- выявлены перспективные конструкции электромеханических преобразователей, использование которых обеспечивает более широкие возможности по обеспечению заданного закона движения регулирующего органа при обесточивании привода вертикального перемещения регулирующего органа ядерного реактора под действием собственного веса;

- предложена концептуальная схема электромеханического преобразователя, состоящего из индукторного двигателя и магнитоэлектрического генератора, обеспечивающая лучшие энергетические показатели и обладающая более широкими возможностями при настройке режима торможения регулирующего органа, за счёт электромагнитного разделения функций двигателя и генератора;

- для каждого из устройств: двигателя и генератора, обеспечивающих выполнение разделённых функций в приводах позиционирования регулирующего органа и аварийной защит;

- разработаны методики проектирования этих устройств;

- спроектированы, изготовлены и проведены численные и натурные исследования компонентов электромеханического преобразователя с разделением функций двигателя и генератора (тормоза) в одном приводе регулирующего органа ядерного реактора;



- на основании проведённых исследований подтверждена достоверность разработанных методик проектирования и численного анализа двигателя и генератора составляющих основу конструкции перспективного электромеханического преобразователя для привода ИМ СУЗ;

- предложены новые технические решения по конструкции электромеханических преобразователей для привода регулирующего органа ядерного реактора, которые обладают определёнными преимуществами перед известными аналогами и позволяют обеспечить дополнительные возможности по настройке заданной скорости опускания регулирующего органа в режиме аварийной защиты ядерного реактора.

Практическая ценность полученных научных результатов заключается в обосновании конструкций, разработке методик проектирования и расчётов, изготовлении опытных образцов, и доведении их до поставочных изделий на действующие объекты ядерной энергетики.

### **Степень обоснованности и достоверность полученных результатов**

Обоснованность и достоверность результатов и выводов, полученных автором в диссертации, подтверждается корректностью постановок задач и принятых допущений, использованием фундаментальных методов математического анализа и законов электромеханики, а также результатами натурных исследований.

### **Соответствие автореферата и публикаций содержанию диссертации**

Автореферат и опубликованные соискателем работы в полной мере раскрывают содержание диссертации.

Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы доложены на международных, всероссийских и региональных научно-технических конференциях. Труды, а также переводы некоторых статей, отражающих содержание работы, частично опубликованы за рубежом.

### **Замечания по диссертации**

1. Конструкция привода (рис. 3 автореферата), содержит герметизирующую трубу, отделяющую статор с обмоткой электромеханического преобразователя от полости ротора. Она экранирует рабочий поток как двигателя, так и генератора, но из работы неясно, как повлияет этот экран на характеристики каждой из машин.

2. Механическая нагрузка в уравнении движения электропривода, представленном в диссертации и автореферате, не конкретизирована. Неясно, какие составляющие в неё

входят, и учтены ли в ней нелинейные составляющие, в частности, обусловленные люфтами, упругим закручиванием валов и другие.

3. Неясно, используется ли функция датчика положения ротора, которую может выполнять генератор электромеханического преобразователя в реальном приводе (рис. 11 автореферата). Или же рассмотрена только принципиальная возможность использования?

4. В описании к рисунку 1.1 диссертации целесообразно было бы раскрыть физический смысл термина "реактивность".

Кроме того, имеются отдельные замечания тексту и оформлению встречаются неудачные словосочетания и грамматические ошибки, пропуск знаков препинания. Таковые есть, в частности, на с. 23, 28, 84, 106, 115 диссертации.

Однако отмеченные недостатки не носят принципиального характера, по существу не затрагивают основных положений и результатов диссертационной работы и не снижают её научной и практической ценности.

#### **Заключение**

Считаю, что диссертация «Разработка и исследование электромеханических устройств для привода регулирующих органов ядерных энергетических установок» отвечает всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, а её автор – Кудряшов Дмитрий Андреевич достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент  
Заведующий кафедрой,  
профессор,  
доцент Кафедра электротехники и электротехнологий,  
Директор,  
Передовая инженерная школа "Моторы будущего"

В.Е. Вавилов

Подпись официального оппонента, Заведующий кафедрой,  
профессор,  
доцент Кафедра электротехники и электротехнологий,  
Директор,  
ПИШ "Моторы будущего" В.Е. Вавилова заверяю

Учёный секретарь

Ученого совета, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки  
и технологий», кандидат филологических наук, доцент

Н.В. Ефименко

15.09.2023 г.

