

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

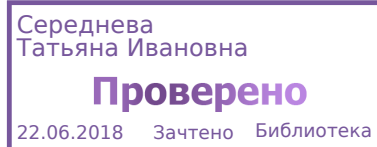
На правах рукописи

Шилов Алексей Сергеевич

**Исследование системы автоматического регулирования  
межэлектродного промежутка дуговой вакуумной печи**

Направление подготовки  
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

**АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук,  
профессор кафедры Дерюжкова  
Нелли Егоровна

Рецензент

кандидат технических наук, доцент,  
начальник научно-производственного  
отдела, главный научный сотрудник,  
филиал ПАО «Компания «Сухой»  
«КНААЗ им. Ю.А. Гагарина»  
Крупский Роман Фадеевич

Защита состоится «21» июня 2018 года в \_\_\_\_ часов \_\_\_\_ мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 114/3.

Автореферат разослан \_\_\_\_ июня 2018 г.

Секретарь ГЭК

Д.О. Савельев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Повышение качественных показателей системы автоматического регулирования межэлектродного промежутка дуговой вакуумной печи, с целью улучшения качества производительности и качества плавки.

На металлургических предприятиях актуален вопрос о модернизации старых дуговых вакуумных печей (ДВП). Модернизация заключается в замене привода постоянного тока на синхронный, а аналоговой системы управления на цифровую, с применением логических контроллеров и промышленных компьютеров.

В работе была представлена автоматизированная система управления ДВП, представляющая собой регулятор мощности с широкими возможностями компьютерного управления и расширения в сторону верхнего уровня.

Регулятор предназначен для дифференциального регулирования электрического режима трехфазных ДВП, имеющих линейное напряжение дуги в пределах от 110 до 250 В переменного тока частоты 50 Гц и оснащенных:

- электромеханическим приводом с синхронным электродвигателем переменного тока;
- печным трансформатором с переключателем ступеней напряжения (ПСН).

**Автоматический регулятор мощности обеспечивает:**

- автоматическое зажигание и поддержание дуги;
- автоматическое поддержание заданного оператором тока дуги при выбранной ступени трансформатора;
- автоматическую ликвидацию технологических коротких замыканий и обрывов дуги;
- исключение касаний металла электродом в период доводки металла за счет обеспечения устойчивого горения дуги.

Дифференциальное регулирование осуществляется путем перемещения электрода с автоматически регулируемой скоростью. Для этого синхронный привод оснащается преобразователем частоты.

Особенностью данного регулятора является применение панели оператора в качестве управляющего устройства верхнего уровня локальной автоматизированной системы управления технологическим процессом.

**Цель работы.** Оптимизация производительности печи посредством регулирования дуги вакуумной электропечи.

Достижения поставленной цели требует решения следующих основных задач:

1. Разработка математической модели процессов управления режимами дуговой вакуумной печи.

2. Исследование имитационной компьютерной модели системы управления длиной дуги.

3. Рассматривается задача компенсации нелинейности зоны нечувствительности. Произведен синтез нечеткого логического регулятора, который позволяет использовать его в качестве устройства компенсирующего влияние нелинейности, обеспечивая при этом адаптивность к изменению параметров нелинейности и уровню внешних воздействий.

4. Рассматривается задача улучшения динамических характеристик вентильного электропривода перемещения электрода в рамках допустимых значений. Предлагается решение поставленной задачи применением в контуре положения нечеткого регулятора. Результаты исследований показаны в сравнении систем с традиционными регуляторами. Исследования проиллюстрированы динамическими характеристиками.

**Объект исследования.** Объектом исследования является система автоматического управления межэлектродного промежутка дуговой вакуумной печи, электромеханический регулятор мощности ДВП.

**Методы исследований.** При решении поставленных задач была разработана блок-схема модели электромеханического регулятора мощности ДВП с нечетким регулятором в среде Matlab Simulink.

Исследование системы оптимального регулирования электрической мощности дуговой вакуумной печи проводилось на основе имитационного моделирования с помощью современного программного обеспечения.

**Научная новизна.** Разработана автоматическая система регулирования длины дуги вентильным электроприводом перемещения электрода, а также модель электромеханического регулятора мощности ДВП с применением нечетких регуляторов.

**Практическая значимость.** Использование имитационной модели системы автоматического регулирования длины дуги вакуумной печи для лабораторного практикума, для дальнейшего исследования, а также для повышения качества производительности и качества плавки.

**Апробация результатов.** Результаты исследований, включенные в работу, докладывались на 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов (Комсомольск-на-Амуре 2017г.) и 48-й научно-технической конференции студентов и аспирантов (Комсомольск-на-Амуре 2018г.).

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 42 наименований. Работа изложена на 106 страницах, содержит 57 рисунка.

**Заключение.** В результате выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- разработан электропривод на базе вентильного двигателя штока-электрододержателя вакуумной дуговой печи ДСВ-4,5 Г2-И1 с нечетким лингвистическим регулятором;

- выполнена разработка имитационной модели электромеханического регулятора мощности ДВП;

- произведена компенсация нелинейности в структуре электромеханического регулятора мощности ДВП с использованием ее статической характеристики;

- синтезирован нечеткий логический регулятор, который позволяет использовать его в качестве устройства, компенсирующего влияние нелинейности на регулирующие свойства системы в режиме зажигания дуги;

- получены переходные характеристики изменения тока дуги и напряжения дуги при зажигании дуги.

**Публикации.** По результатам работы имеются три публикации:

1. Шилов А.С. Моделирование экстремальной системы управления фрезерной обработкой / А.С. Шилов, Н.Е. Дерюжкова, В.А. Соловьев // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научн.-технич. Конф. Студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВО «КНАГТУ», 2017. – С. 1244-1247.

2. Шилов А.С. Модельное исследование регулятора мощности вакуумной дуговой печи в режиме зажигания дуги / А.С. Шилов, Н.Е. Дерюжкова // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 48-й научн.-технич. Конф. Студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2018 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВО «КНАГТУ», 2018. – С. 1244-1247.

3. Шилов А.С. Моделирование нечеткой системы регулирования межэлектродного промежутка вакуумной дуговой печи/ А.С. Шилов, Н.Е. Дерюжкова, В.А. Соловьев // Энергетические и электротехнические системы: международный сборник научных трудов, выпуск 4, под ред. С.И. Лукьянова, Е.Г. Нешпоренко, Магнитогорск, 2017 г. – Магнитогорск: ФГБОУВО «МГТУ им. Г.И. Носова»