

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Демешко Семен Дмитриевич

Разработка и исследование самонастраивающейся системы управления процессом металлообработки

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2024

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



Научный руководитель

Кандидат технических наук,
доцент кафедры Дерюжкова Нелли
Егоровна

Рецензент

Кандидат технических наук,
Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится « 15 » марта 2024 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан ____ июня 2024 г.

Секретарь ГЭК

Д.О. Савельев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Современный уровень автоматизации предполагает широкое применение металлорежущих станков с системами автоматического управления. Высокий темп технического развития на современном этапе приводит к быстрым изменениям как технической части станка, так и его электрооборудования и САУ. Поэтому стала возможной реализация ряда методов управления, носивших ранее чисто теоретический характер. Одним из таких методов управления являются самонастраивающиеся системы, которые обладают способностью в той или иной мере приспособливаться к изменяющимся внешним условиям. Для реализации была выбрана самонастраивающаяся экстремальная одномерная и многомерная системы. Целесообразность внедрения такой технологии обусловлено показателем качества, с изменением которого происходит достаточно ощутимое изменение технико-экономической эффективности, если существуют возможности определения экстремума функционала качества и воздействия на регулирующие органы объекта с целью получения экстремального режима его работы.

Цель работы.

Целью данной работы является разработка и исследование динамических характеристик главных электроприводов вертикально фрезерного станка, модели частотного регулирования на базе преобразователя частоты Danfoss VLT Microdrive, выполнить расчет целевой функции и разработать одномерную и многомерную системы управлением процесса фрезерования

Основные задачи магистерской диссертации заключаются в реализации моделей нечетких многокаскадных модулей с различным сочетанием

алгоритмов вывода для простых объектов регулирования и для сложных систем управления более высоких порядков. Исследование методик, позволяющих расширить интеллектуальные возможности таких регуляторов, и анализ полученных переходных характеристик нечеткой многокаскадной системы позволяют говорить об универсальности и эффективности применения такого подхода к реализации многокаскадных систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.

Методы исследования.

Объектом исследования является экстремальный регулятор, реализующий процедуру управления главными приводами вертикально фрезерного станка. Предметом исследования представляются динамические характеристики, графики целевой функции, функционала качества и законы управления, реализуемые самонастраивающейся системой.

Характеристика методологического аппарата. При исследовании используются элементы интегрального и дифференциального исчисления, основные положения теории автоматического регулирования, а также теория построения самонастраивающихся систем .

Научная новизна.

Научную новизну в данной работе можно определить как расширение возможностей управления процессом фрезерования при помощи самонастраивающихся экстремальных систем для повышения показателя качества таких систем, а также определение рекомендаций по настройке экстремальных регуляторов. Практическая значимость подтверждается участием в различных научно-практических конференциях.

Практическая ценность работы заключается:

В применении многомерного экстремального регулятора, который поддерживает скорость резания и подачу на зуб на экстремальном значении, что приводит к повышению производительности, качества обработки, износостойкости инструмента и уменьшения себестоимости

Публикации.

Основные содержания диссертационной работы опубликованы в материалах статей «молодежь и наука : Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» и «Студенческий научный журнал СибАК».

Апробация результатов.

Результаты исследований, включённые в работу, докладывались в конференции «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» (Комсомольск-на-Амуре 2021 г. КНАГУ) и международном научном журнале «Студенческий научный журнал СибАК выпуск №5(259) (Новосибирск 2024 г.)

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 20 наименований. Работа изложена на 89 с., 47 рис., 8 табл., 19 источников, приложения отсутствуют

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, практическая ценность.

В первой главе рассмотрены основные положения теории самонастраивающихся систем управления, решаемые в рамках систем управления процессом металлообработки, представлена классификация адаптивных систем: самонастраивающиеся, с адаптацией в особых фазовых состояниях, обучающиеся. Выполнен анализ экстремальных систем и дано понятие об экстремальном управлении.

Во второй главе приведена характеристика электромеханического объекта, где в качестве объекта регулирования используются электропривода шпинделя и подачи вертикально фрезерного станка 6Р13Ф3-37. Описаны технологический процесс обработки и основные технические параметры станка .

В третьей главе производится разработка электроприводов вертикального фрезерного станка, в ходе которой происходит выбор системы частотно-регулируемого электропривода основными приводами, согласно общим требованиям предъявляемых к режимам работы фрезерного станка.

Осуществляется разработка и исследование систем электроприводов подачи и главного движения, на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, описаны расчеты и выбор элементов силовой части, приведены базовые элементы асинхронного частотно-регулируемого электропривода и выбран преобразователь частоты Danfoss VLT Micro Drive. Совершен выбор векторной системы управления асинхронными двигателями электроприводов, произведены все базовые расчеты параметров регулирования скорости и приведена функциональная и структурная схемы системы регулирования скорости

Моделирование и исследование основных электроприводов было выполнено в программной среде MATLAB, где описаны все функциональные

блоки системы и приведены графики переходных процессов токов, скорости и момента на валу двигателя по управлению и возмущающему воздействию. Характер переходных процессов по управлению и возмущающему воздействию определяет требуемую производительность и качество обработки.

В четвертой главе проведена разработка и исследование одномерной экстремальной системы, в ходе которой были приведены функциональная схема для одной регулируемой величины, описаны основные принципы построения экстремальных систем, выполнено математическое описание и была рассчитана целевая функция

Моделирование и исследование одномерной экстремальной системы было выполнено в программной среде MATLAB, где приведены модели экстремального регулятора, графики переходных процессов и график зависимости функционала по производительности от времени, которые наглядно иллюстрируют работу экстремальной системы, то есть поддержание системой уровня скорости максимально приближенного к оптимальному, а именно к значению, при котором функция качества будет иметь максимальное значение.

В пятой главе проведена разработка и исследование многомерной экстремальной системы, в ходе которой были приведены обобщенная структурная система и функциональная схема многомерной экстремальной системы для двух регулируемых величин, описан анализ методов поиска экстремума, выполнено математическое описание, рассчитана целевая функция и построены ее графики при вводе ограничений и отсутствии их

Моделирование и исследование многомерной экстремальной системы было выполнено в программной среде MATLAB, где приведены модели экстремального регулятора, графики переходных процессов и график зависимости функционала по производительности от времени, которые наглядно иллюстрируют работу экстремальной системы, то есть поддержание системой уровня скорости и подачи на зуб фрезы максимально

приближенного к оптимальному, а именно к значению, при котором функция качества будет иметь максимальное значение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Дан анализ самонастраивающихся систем регулирования процессом металлообработки в ходе которого был выбран экстремальный метод регулирования

2 Выполнен синтез самонастраивающейся экстремальной системы управления электроприводов переменного тока вертикально фрезерного станка с использованием векторного управления частотно регулируемым асинхронным электроприводом.

3 Выполнена имитационная модель для исследования динамических характеристик частотно регулируемых приводов основных механизмов вертикально фрезерного станка.

4 Выполнено математическое описание и расчет целевой функции для реализации экстремальных систем регулирования.

5 Выполнена разработка имитационной модели для исследования показателя качества обработки по производительности в области экстремальности.

6 Дано математическое описание для расчета экстремальной поверхности многомерной системы регулирования.

7 Произведено исследование на имитационной модели экстремальной многомерной системы регулирования функционалом качества и динамических характеристик основных электроприводов.

Основной результат.

Применение самонастраивающихся систем регулирования направлено на повышение производительности, качества обработки, износостойкости

инструмента и уменьшения себестоимости за счет применения самонастраивающихся систем регулирования

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Демешко С.Д. Исследование адаптивной системы предельного регулирования процессом металлообработки / Демешко С.Д. Н.Е. Дерюжкова. // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований 11-15 апреля 2022г. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – Ч.1 - 500с.

2. Демешко С.Д. Исследование адаптивной системы предельного регулирования процессом металлообработки / Демешко С.Д. Н.Е. Дерюжкова. – Студенческий научный журнал СибАК февраль 2024г. : в 3 ч. С 8-10.

3. Демешко С.Д. Исследование самонастраивающейся экстремальной системы процессом металлообработки / Демешко С.Д. Н.Е. Дерюжкова. // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований 11-15 апреля 2022г. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – Ч.1 - 500с.