АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу по теме: «Разработка моделей и исследование системы управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна», докторанта PhD по специальности «6D070200 – Автоматизация и управление», Тергеусизовой Алии Советжановны

Диссертационная работа посвящена разработке математических моделей и параметрическому синтезу системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна.

Актуальность темы. В современных условиях необходимо обеспечить надежное и качественное функционирование комплекса взаимосвязанных информационных, компьютерных и телекоммуникационных технологий. Основной средой передачи данных, на средних и дальних дистанциях телекоммуникаций, является оптическое волокно. Благодаря своим уникальным свойствам передачи, устойчивости к помехам, защищенности и относительно доступной цене, в обмен на очень хорошие прочность и устойчивость к старению оно было применено во многих областях жизни. На пути быстрого и без потерь обмена данными по оптическому волокну сталкиваются с рядом трудностей. К ним относятся: затухание, поглощение, линейное и нелинейное рассеяние и базовый предел увеличения полосы пропускания волокна, которые относятся к дисперсии. Все эти нежелательные эффекты, мы можем получить из-за некачественной вытяжки сердечника оптического волокна.

С самого начала развития волоконной оптики доминирующими проблемами оптики были стабильность диаметра исходных стержней и малого светоослабления в них. Если вторая проблема успешно решается, то проблема сверхпостоянства диаметра световодов продолжает существовать. Для ее решения необходимы постоянный контроль и управление технологическим процессом изготовления световодов.

Все факторы, оказывающие влияние на качество геометрии световода, можно свести к двум группам:

- физическое состояние стекломассы, из которой вытягивается световод;
- стабильность условий в зоне формирования световода.

Также важной задачей является – увеличение динамической точности регулирования. Низкая динамическая точность регулирования обусловлена инерционностью объекта регулирования и наличием запаздывания. Последнее определяется временем прохождения вытягиваемого стеклоизделия от зоны формирования до датчика, определяющего размеры поперечного сечения.

Построение системы автоматического управления вытяжки волокна, в свою очередь, требует построения адекватных моделей управляемого объекта. В качестве объекта управления рассматривается температурный режим вытяжки оптического волокна, который формирует заданные натяжение и диаметр вытягиваемого волокна.

Технологический процесс вытяжки оптического волокна как объекта управления характеризуется наличием нелинейности и запаздыванием, которые должны учитываться при разработке алгоритмов автоматического управления. Нелинейность статических характеристик должна быть учтена при синтезе алгоритмов управления.

Для минимизации потерь готовой продукции при вытяжке оптического волокна необходимо обеспечить нужную эффективность управления. В связи с этим разработка математических моделей и исследование системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна, определяет актуальность выбранной темы диссертации.

Цель работы. Разработка математических моделей и исследование сигма частотно – импульсной системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- анализ технологического процесса вытяжки оптического волокна, как объекта управления;
- разработка математических моделей сигма частотно-импульсной системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна в виде стохастических дифференциальных уравнений Ланжевена и в форме Ито;
- экспериментальное исследование адекватности математических моделей и реальной ∑ - ЧИСАУ температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна;
- параметрический синтез сигма частотно – импульсной системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна.

Объект исследования. Температурный режим вытяжки оптического волокна, являющийся основным контуром процесса автоматизации и основным фактором, влияющего на качество оптического стержня.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в работе использовались методы математического анализа, теории автоматического управления и экспериментальные методы исследования объектов и систем управления.

Научная новизна работы заключается в том, что для автоматического управления температурным режимом вытяжки оптического волокна в качестве регулятора используется сигма частотно – импульсный модулятор, отличающаяся от существующих, тем, что учитывает свойство объекта в виде наличия запаздывания и ее функционирование в стохастической среде. Научная новизна работы, также, заключается в разработке математических моделей, адекватно описывающих процесс управления температурным режимом вытяжки оптического волокна. Кроме этого, диссертационная работа расширяет и углубляет теоретические представления в области

математического моделирования и синтеза систем автоматического управления технологическим процессом вытяжки оптического волокна.

В диссертации получены следующие основные научные результаты:

- сформирована эквивалентная модель сигма частотно – импульсной системы автоматического управления процессом вытяжки оптического волокна, нелинейной системы, обеспечивающей, как учет свойств объекта с запаздыванием, так и функционирование ее в стохастической среде;

- разработаны математические модели сигма частотно – импульсной системы автоматического управления процессом вытяжки оптического волокна в виде стохастических дифференциальных уравнений Ланжевена и Ито;

- осуществлен параметрический синтез сигма частотно – импульсной системы автоматического управления температурным режимом вытяжки оптического волокна, описанной в форме Ито;

- разработана сигма частотно – импульсная система автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна;

- представлено устройство измерения диаметра движущихся диэлектрических нитей;

- представлено устройство измерения скорости протяжки движущихся диэлектрических нитей.

Положения, выносимые на защиту:

- построение эквивалентной и мажорирующей моделей сигма частотно - импульсной системы автоматического управления объектами с запаздыванием;

- разработка математических моделей системы в виде стохастических дифференциальных уравнений Ланжевена и форме Ито;

- экспериментальное исследование модели ∑ - ЧИСАУ температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна;

- параметрический синтез системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна.

Теоретическая и практическая ценность:

- в результате проведенных исследований найдены зависимости влияния температуры в высокотемпературной печи на скорость вытягивания, натяжение и диаметр волокна;

- разработано и описано устройство для измерения диаметра диэлектрических нитей;

- разработано и описано устройство для измерения скорости протяжки диэлектрических нитей;

- разработана сигма частотно – импульсная система автоматического управления температурным режимом вытяжки оптического волокна. Данный тип регулятора впервые применяется в указанном технологическом процессе и считается наиболее перспективным, т.к. учитывает свойства объекта с запаздыванием.

Реализация результатов исследования:

- разработанная сигма частотно импульсная система автоматического управления температурным режимом вытяжки оптического волокна прошла научно экспериментальные, исследования и испытания в лаборатории InPhoTech – innovation photonics technology, действующей в рамках проекта «Усовершенствованная структура фотонных оптических волокон для инновационных телекоммуникационных сетей» в Техническом Университет Марии Складовской, г.Люблин, Польша;

- разработанное устройство для измерения диаметра движущихся диэлектрических нитей прошло научно производственное испытание в лаборатории InPhoTech – innovation photonics technology, действующей в рамках проекта «Усовершенствованная структура фотонных оптических волокон для инновационных телекоммуникационных сетей» в Техническом Университет Марии Складовской, г.Люблин, Польша;

- разработанное устройство для измерения скорости протяжки движущихся диэлектрических нитей прошло научно производственное испытание в лаборатории InPhoTech – innovation photonics technology, действующей в рамках проекта «Усовершенствованная структура фотонных оптических волокон для инновационных телекоммуникационных сетей» в Техническом Университет Марии Складовской, г.Люблин, Польша;

- научные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Автоматизация и управление», Алматинского университета энергетик и связи, по дисциплине «Нелинейные системы автоматического регулирования»;

- научные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Телекоммуникационные сети и ситемы», Алматинского университета энергетик и связи, по дисциплине «Направляющие системы связи».

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научных семинарах и международных научно – практических конференциях:

- семинар кафедры «Искусственный интеллект и Big Data» КазНУ им.аль-Фараби;

- семинар кафедры «Автоматизация и управление» АУЭС им.Гумарбека Даукеева;

- семинар научно – исследовательской лаборатории «Киберфизические системы и Смарт - технологии», на базе кафедры «Автоматизация и управление» АУЭС им.Гумарбека Даукеева;

- семинар Института информационных и вычислительных технологий, Комитета науки МОН РК.

Публикации. Основные результаты, проведенных исследований по теме диссертации, представлены в 31 публикации, из которых 10 – в научных изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки РК, 6 – в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus, 13 – в

материалах международных научно – практических конференций. Получено 2 патента РК на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Общий объем диссертации – 147 страниц. Диссертация состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка используемых источников из 119 наименований и 5 приложений.

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертационного исследования. Сформулированы цель работы, объект и методы исследования, раскрыта научная новизна работы, указаны положения, выносимые на защиту, представлены теоретическая и практическая значимость работы, а также реализация результатов исследования. Представлены данные по апробации результатов диссертационной работы.

Первый раздел посвящен исследованию технологического процесса вытяжки оптического волокна как объекта автоматического управления. Исследованы применяемые системы автоматического управления вытяжкой оптического волокна: ПИД регулятор, адаптивная система управления, робастно прогнозируемая система, интеллектуальная автоматизированная система ситуационного управления, а также была выполнена постановка задачи исследования.

Во втором разделе дано описание принципа действия сигма частотно – импульсной системы управления с запаздыванием. Описано построение эквивалентной сигма частотно – импульсной системы управления с запаздыванием нелинейной системы. Построены математические модели сигма частотно – импульсной системы автоматического управления объектами с запаздыванием в виде стохастических дифференциальных уравнений в виде Ланжевена и форме Ито. Приведены результаты экспериментального исследования математической модели.

В третьем разделе приведена структура управляющей системы, описана разработанная сигма частотно – импульсная система автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна. Приведены математические модели управления температурным режимом вытяжки оптического волокна. Реализован параметрический синтез разрабатываемой системы автоматического управления температурным режимом процесса вытяжки оптического волокна. Представлены разработанные устройства для измерения скорости протяжки и диаметра диэлектрических нитей.

В заключении изложены основные результаты и выводы диссертации.

В приложении приведены сведения об опытных испытаниях и использовании результатов работы для практических целей. Также приведены патенты и удостоверения автора по научным изобретениям.