

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента, Майстренко Андрея Васильевича, на диссертационную работу Нгуен Ван Выонга «Метод синтеза регуляторов и алгоритмы контроллера двухканальной системы управления камерой сушки пиломатериала» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Актуальность темы диссертации

Системы управления камерами сушки пиломатериалов относятся к сложным многоканальным системам, где могут возникнуть нелинейные зависимости коэффициентов передачи объекта управления, которые не всегда могут успешно реализованы стандартными элементами библиотеки программируемых логических контроллеров (ПЛК). Для построения такой системы управления требуются нестандартные элементы, функциональные блоки и подпрограммы, позволяющие учитывать нелинейные свойства и другие особенности. В этом случае необходим научный подход к разработке, включающий математическое моделирование объекта и системы управления в целом. Решение научно-технической задачи, связанной с разработкой функциональных блоков и подпрограмм, позволяет расширить область применения ПЛК. В свою очередь, использование ПЛК делает доступными широкие функциональные опции SCADA систем для объектов сушки материалов. В этой связи, задачи, решаемые в диссертации, имеют актуальность.

Целью работы является развитие методов и алгоритмов управления системами осушения.

Объектом исследования диссертации Нгуен Ван Выонга являются система автоматического управления сушильными камерами.

Новые научные положения, сформированные в диссертации:

1. Математическая модель системы управления камерой сушки пиломатериала, учитывающая нелинейные свойства объекта управления. Отличительной особенностью является использование полинома Лагранжа, включающее метод

вычисления его коэффициентов из экспериментальных данных.

2. Методика синтеза двухканальной системы управления, с использованием корректирующих множителей для пропорциональных коэффициентов, позволяющая гарантировать устойчивость нелинейной двухканальной системы во всех точках рабочей области изменения сигналов управления.
3. Программно-аппаратные решения, алгоритмы и функциональные блоки системы управления, реализующие основные режимы работы промышленной камеры осушения пиломатериалов с требуемой точностью.

Практическая значимость результатов работы

В приложении диссертации имеется акт о внедрении результатов работы в ПЛК, серийно выпускаемых в компании ООО «НПО ВЭСТ», поэтому практическая значимость результатов работы не вызывает сомнения. Возможность использования разработанной математической модели двухканальной камеры осушения можно распространить для других подобных двухканальных взаимосвязанных систем с нелинейными свойствами. Предложенные алгоритмы управления применимы в микропроцессорных системах, о чем свидетельствуют два свидетельства о регистрации программы.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечена строгостью выполнения используемых методов моделирования в инструментальной среде Scilab и на специально разработанном экспериментальном стенде, непротиворечивостью с результатами и выводами других разработок и исследований по обозначенным проблемам.

Содержание диссертационной работы

В состав диссертации входят введение, четыре главы, заключение и список литературы из 163 наименований. Полный объём диссертации составляет 159 страниц, включая 63 рисунка, 6 таблиц и 2 приложения.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель, поставлены задачи исследования, показана научная новизна и практическая ценность, выполненных исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан краткий обзор научных направлений, которые интерес представляют для синтеза систем управления осушением материалов. Приведенный обзор смежных направлений связанных химическими методами мало относится к направлению исследований в диссертационной работе. Далее рассмотрены исследования методов добычи воды на холодных панелях, которые могут быть полезны для дальнейшего исследования. В заключение главы приведены обоснования выбора конвекционных камер осушения, пригодных для автоматизации. Также указаны проблемы, которые диссертант планирует решить.

Во второй главе рассматривается задача синтеза математической модели объекта. Разработан лабораторный стенд для исследования двухканальной системы управления камерой сушки. По результатам выполнения экспериментальных исследований и анализа предложено использование интерполяционного многочлена Лагранжа для аппроксимации нелинейных свойств объекта. Приведен анализ адекватности математической модели методом сравнения результатов эксперимента и моделирования. В конце главы предложена обобщенная методика построения математической модели.

В третьей главе приведен синтез двухконтурной системы управления для объекта, представленного во второй главе. Так как объект нелинейный, моделирование рассматривается в точках равновесного состояния, это позволило диссертанту пользоваться методами синтеза линейной теорией автоматического управления. ПИ-регуляторы построены таким образом, чтобы для каждого контура задавался индивидуальный коэффициент пропорциональности, который включает в себя корректирующий множитель. Предложенные корректирующие множители выбираются из значений частных производных от интерполяционного многочлена Лагранжа. В конце главы приведена методика синтеза двухканальной нелинейной системы управления осушением.

В четвертой главе на примере промышленной камеры сушки пиломатериала реализована предложенная методика синтеза. Выбран ПЛК на базе микропроцессора STM32F103, позволяющий сохранять в EEPROM установившиеся значения входных и выходных сигналов и их переходные процессы, по которым сформирован массив исходных данных для построения математической модели и дальнейшего синтеза. Кроме реализации методики в главе имеется решение двух подзадач вычисления влажности камеры и пиломатериала. В конце главы представлены результаты реализации метода и алгоритма для управления промышленной камерой сушки.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 13 печатных работ, из них 3 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 1 публикация проиндексирована в базе Scopus и WoS; 6 публикаций в тезисах докладов; 1 патент на изобретение; 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе:

1. Разрядность АЦП на уровне 10-12 бит (см. стр.35) следует признать весьма низкой, недостаточной для почти любой современной измерительной системы.
2. Расчет регулятора, с.61-69, осуществлен каким-то сложным и, возможно, устаревшим способом. Видимо, поэтому возникают какие-то проблемные точки. Приходится догадываться, что, вероятно, какие-то коэффициенты могут изменяться в ходе функционирования.
3. На стр. 74 касательно рис. 3.12 автор рассуждает на тему: почему устойчивость сохраняется даже когда фазовая траектория заходит в зону неустойчивости, а следовало бы решать задачу так, чтобы фазовая траектория в такую зону вовсе не заходила.
4. Заключение к третьей главе не понятно. В первом предложении говорится «Для использования рассмотренного выше метода синтеза элементов системы управления важно указать условия, когда она может быть применена». «Она» - это система? По логике вещей, здесь следует говорить о методе, но метод – он, а не она.

Работа отвечает требованиям п. 9 Положения (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, 824) о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании, «Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники».

Майстренко Андрей Васильевич

24 «мая» 2021 г.



Почтовый адрес:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

Телефон: +7 (3822) 900-173, +7-952-885-3760

E-mail: andrei.v.maistrenko@tusur.ru

Подпись *Майстренко А.В.*

УДОСТОВЕРЯЮ

Ученый секретарь

Е.В. Прокопчук Е.В. Прокопчук

