



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный
технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

ул. Молодогвардейская, 244,
гл. корпус, г. Самара, 443100
Тел.: (846) 278-43-11, факс (846) 278-44-00
E-mail: rector@samgtu.ru
ОКПО 02068396, ОГРН 1026301167683,
ИНН 6315800040, КПП 631601001

07.10.2024 № 01.09.05/2916

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»



д.т.н., профессор Ненашев М.В.

« 7 » октября 2024г

ОТЗЫВ

ведущей организации
на диссертационную работу Тарачкова Михаила Владимировича
«Автоматизация технологического процесса уплотнения полуфабрикатов с
применением робота-манипулятора», представленную на соискание
учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3
Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (технические науки)

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Тарачкова М.В. посвящена автоматизации процесса уплотнения полуфабрикатов, которые перемещаются в коробках по конвейерной линии. Около 25% коробок содержат выступающие за их пределы полуфабрикаты. Поэтому необходимо уплотнение для того, чтобы полуфабрикаты не выступали за пределы коробки. В противном случае, машина, использующаяся для заклеивания коробок, отработает некорректно, что приведет к браку. Автоматизация процесса сократит количество коробок с выступающими за их пределы полуфабрикатами до 2-3% от общего числа коробок. Кроме того, производительность линии повысится на 30%.

Цель работы заключается в повышении эффективности производственной линии по упаковке полуфабрикатов при сохранении существующего уровня брака или его уменьшении.

Для достижения поставленной цели в диссертации решены следующие задачи:

1. Исследована работа участка скоростной линии пищевого производства, на которой происходит упаковка полуфабрикатов в коробки. Определены основные параметры линии. Предложен метод уплотнения полуфабрикатов;

2. Разработана математическая модель вибрационно-силового уплотнения полуфабрикатов. Предложена оценка степени выступления полуфабрикатов за верхнюю границу коробки. Определена зависимость качества уплотнения от прикладываемого усилия, времени, в течение которого усилие прикладывается, амплитуды и частоты колебаний;
3. Предложена методика автоматизации процесса уплотнения полуфабрикатов, объединяющая набор методов, позволяющих повысить эффективность производственной линии;
4. Разработана система технического зрения на основе искусственных нейронных сетей для оценки выступления полуфабрикатов за пределы коробки;
5. Разработан алгоритм управления процессом уплотнения полуфабрикатов, для чего в функциональную схему автоматизированной системы включен контроллер силы надавливания. Проведено имитационное моделирование системы автоматического управления процессом уплотнения полуфабрикатов;
6. Создан прототип системы автоматизации процесса уплотнения полуфабрикатов с применением робота-манипулятора согласно предложенной методике. Проведены испытания для подтверждения работоспособности автоматизированной системы уплотнения полуфабрикатов и эффективности, адекватности разработанных математических моделей и алгоритма управления.

Структура, объем и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Работа содержит 162 страницы основного текста, 15 таблиц, 80 рисунков. Список использованной литературы включает 108 наименований.

Во введении обоснована актуальность работы, поставлена цель, определены задачи исследования, сформированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе оценена степень проработанности темы исследования. Рассмотрены автоматизированные системы управления схожих технологических процессов. Определены методы решения задач, которые могут быть использованы без изменений, и методы, которые предстоит модернизировать. Выполненный анализ позволил автору сформулировать цель и задачи исследования.

Во второй главе введено понятие погрешности размещения для коробки с полуфабрикатами, описана разработанная математическая модель вибрационно-силового выравнивания полуфабрикатов. Изложен новый метод уплотнения полуфабрикатов на конвейерной линии с применением робота-манипулятора. Сформулирована математическая постановка задачи. Проведено моделирование, которое позволило оценить характеристики аппаратной части системы автоматического управления.

В третьей главе описана методика разработки системы автоматического управления, объединяющая набор методов. Среди них – методы аналитического решения задач прямой и обратной кинематики, методы технического зрения и искусственного интеллекта, методы синтеза дискретных автоматических регуляторов, методы имитационного моделирования.

Четвертая глава посвящена разработке конструкции робота-манипулятора с рабочим органом, электроники системы, ее программной части. Описана программа испытаний и их результаты.

В заключении представлены выводы, отражающие основные результаты диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ: 2 статьи в рецензируемых журналах, включенных в список ВАК; 2 свидетельства о регистрации РИД, излагающие основные научные результаты; 1 статья в журнале, индексируемом в международной реферативной базе Scopus. Дополнительно опубликовано 6 статей в других научных журналах, индексируемых в РИНЦ.

Наиболее существенные научные результаты:

1. Методика автоматизации технологического процесса уплотнения полуфабрикатов на скоростной конвейерной линии по упаковке полуфабрикатов, содержащая оценку выступления полуфабрикатов за границы коробки методами искусственного интеллекта, математическую модель уплотнения полуфабрикатов, алгоритмы планирования обработки коробок с полуфабрикатами.
2. Математическая модель вибрационно-силового уплотнения полуфабрикатов.
3. Метод уплотнения полуфабрикатов на скоростной конвейерной линии и алгоритм управления вибрационно-силовым уплотнением полуфабрикатов.
4. Система автоматического управления обработкой коробок с полуфабрикатами с элементами технического зрения.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций.

Достоверность и обоснованность результатов исследований подтверждается испытаниями прототипа системы автоматического управления процессом уплотнения полуфабрикатов с применением робота-манипулятора, в ходе которых установлено, что прототип способен выполнять уплотнение полуфабрикатов на 30% быстрее людей при том же уровне брака.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в новом методе уплотнения полуфабрикатов с применением робота-манипулятора, в математической модели вибрационно-силового уплотнения полуфабрикатов, в методе и алгоритме управления уплотнением полуфабрикатов и рассчитанных характеристиках аппаратного обеспечения.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанном, изготовленном и запрограммированном прототипе системы автоматического управления уплотнением полуфабрикатов с применением робота-манипулятора для уплотнения полуфабрикатов. Испытания прототипа установили повышение количества обработанных коробок с полуфабрикатами на 30% при сохранении качества обработки.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе

Исследование выполнялось, в первую очередь, для агропромышленного комплекса «Мироторг», где полуфабрикаты – это охлажденные куриные наггетсы. Однако полученное решение может быть использовано и на иных предприятиях, занимающихся упаковкой полуфабрикатов в тару, например, при производствепельменей или котлет.

Математическая модель вибрационно-силового уплотнения полуфабрикатов позволяет рассчитывать параметры оборудования для объектов, размер которых сопоставим (в 2-3 раза меньше) размеров емкости, где они находятся.

Личный вклад соискателя

При активном участии автора были сформулированы цели и задачи исследования, проведен анализ существующих решений рассматриваемой задачи, создана математическая модель вибрационно-силового выравнивания полуфабрикатов, разработан новый метод уплотнения полуфабрикатов, разработан алгоритм уплотнения полуфабрикатов. Спроектирован, изготовлен и испытан прототип системы автоматизации процесса уплотнения полуфабрикатов с применением робота-манипулятора.

Замечания по диссертационной работе

По работе имеются следующие замечания:

1. Следовало рассмотреть возможность применения линейно-квадратичного регулятора для контроля силы надавливания со стороны робота-манипулятора.
2. Неясно, чем подтверждается репрезентативность выборки из 50 различных коробок для построения закона (таблица 4 на стр.51) распределения уровня выступления полуфабрикатов за пределы коробки. Какие использованы оценки адекватности этого распределения.
3. Параметры вибрационной установки (таблица 6 стр. 59) определены путем имитационного моделирования в детерминированных исходных данных, хотя они и опираются на статистическую закономерность оценки. Это, очевидно, несколько сужает область применения полученных результатов условиями моделирования. Результат можно было бы усилить используя в ходе моделирования более широкую область исходных данных.
4. Обоснование ПИД-закона регулирования на стр.75 представляет собой упрощенное изложение известных в ТАУ общих положений об отсутствии статической ошибки в астатических системах, о влиянии дифференцирования и т.п. С этой точки зрения более существенными, на наш взгляд, был бы анализ устойчивости системы управления, оценка динамических характеристик со стороны возмущающих и управляющих воздействий и т.д.
5. Термин «Система автоматизации» вместо «Система автоматического/автоматизированного управления, на наш взгляд, использован неудачно.

Замечания по работе носят частный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Тарачкова Михаила Владимировича на тему «Автоматизация технологического процесса уплотнения полуфабрикатов с применением робота-манипулятора», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами (технические науки) является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для развития изучаемой отрасли знаний научной задачи

Работа Тарачкова М.В. обладает научной новизной и практической значимостью и отвечает требованиям к диссертации, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного ВАК РФ, а её автор Тарачков Михаил Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами (технические науки).

Отзыв на диссертацию М.В. Тарачкова «Автоматизация технологического процесса уплотнения полуфабрикатов с применением робота-манипулятора» подготовлен на основании заключения, сделанного в результате обсуждения диссертации и автореферата на заседании кафедры «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (протокол № 2 от 02.10.2024 г.).

Заведующий кафедрой «Управление
и системный анализ теплоэнергетических
и социотехнических комплексов»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
Почетный работник высшего
профессионального образования РФ,
д.т.н., профессор

Михаил Юрьевич Лившиц

Подпись Лившица Михаила Юрьевича удостоверяю:

Ученый секретарь
ФГБОУ ВО «Самарский
Государственный технический
университет»



Малиновская Юлия Александровна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет»

Почтовый адрес: 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244, главный корпус;

Тел.: +7(846)278-43-11

Факс: +7(846)278-44-00

www.samgtu.ru

e-mail: rector@samgtu.ru