

В диссертационный совет 24.2.332.01
при ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
127994, Москва, ГСП-4, Вадковский пер.,
д.1

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Нгуен Ван Линь
«Обеспечение технологической надежности автоматической сборки
нежестких деталей на основе позиционно-силового управления»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук
по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения**

Актуальность темы диссертационной работы

Эффективность современного производства базируется на интеграции методов и средств автоматизации технологической подготовки производства, автоматизации технологических процессов, оптимизации ресурсного обеспечения производственного процесса. Автоматизация технологических процессов сборки в силу специфики сборочных операций имеет особое значение, как для повышения эффективности производства, так и для улучшения качества продукции. Однако уровень автоматизации сборочных операций в условиях многономенклатурного производства остается низким.

Одной из причин этого является противоречие между применением универсальных средств автоматизации и необходимостью адаптации этих средств к особенностям собираемых изделий. Примером такого противоречия может быть роботизированная сборка нежестких деталей. Нежесткость детали снижает уровень наблюдаемости и управляемости системы автоматизированной сборки. Возникающие в ходе операции упругие

деформации сборочных деталей являются причиной их заклинивания и требуют коррекции алгоритмов управления сборочным роботом. Средством достижения компромисса в этом противоречии может быть дополнительное очувствление сборочного робота, обеспечивающее оценку ненаблюдаемых переменных состояний объекта управления. Разработка вопросов применения силомоментных датчиков и алгоритмов позиционно-силового управления являются, одним из вариантов повышения технологической надежности роботизированной сборки нежестких деталей, важной научно-технической задачей. Несмотря на большое количество публикаций по роботизированной сборке, начиная с 80-х годов прошлого века, решения этой задачи не нашли должного отражения в литературе. Поэтому актуальность и практическая значимость темы диссертационной работы Нгуен Ван Линя не вызывает сомнений.

Краткое содержание диссертации

Диссертационная работа включает введение, пять глав, заключение, список литературы и приложение.

Первая глава содержит обзор и анализ современных концепций построения роботизированных систем сборки соединений с нежесткими деталями. Приведена классификация нежестких деталей в машиностроении, рассмотрены технологические возможности сборки нежестких деталей, проведен анализ эффективности стратегий и алгоритмов управления и технических средств дооснащения промышленных роботов. Приводится обзор методов идентификации состояния контакта, методов сборки.

Во второй главе разрабатывается математическая модель автоматической сборки нежестких цилиндрических деталей. Определены исходные данные и основные допущения, принятые для математического моделирования. Проведен расчет деформаций вала при различных схемах нагружения. Выполнен анализ сил, возникающих при контакте деталей по фаскам, при одноточечном контакте, при двухточечном контакте.

Определены условия заклинивания, соотношение сил и моментов. Полученные результаты вполне достоверны.

В третьей главе разработан алгоритм управления процессом сопряжения собираемых деталей, одна из которых имеет ограниченную жесткость. Имеется описание архитектуры машины распознавания состояний контакта, развертывание модели классификации состояний контактов с помощью машины опорных векторов, описание алгоритма управления процессом сопряжения деталей.

Четвертая глава включает описание методики проведения эксперимента на основе алгоритма управления. Дано описание экспериментальной установки, программирования промышленного робота, калибровки силомоментного датчика, последовательности действий при проведении эксперимента. Также приведены результаты экспериментальных исследований величин прогибов и углов поворота, условий заклинивания нежестких цилиндрических деталей, идентификации положения нежесткого вала с фасками, при односточном и двухточечном контакте.

В пятой главе приводятся результаты обработки данных эксперимента. Получены регрессионные зависимости, выполнена оценка влияния входных параметров на сборочную силу и момент, описаны результаты апробации алгоритма автоматического совмещения деталей на промышленном изделии - датчике уровня масла.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Научная новизна положений и результатов диссертации Нгуен Ван Линь заключается в следующем:

- разработаны математические модели основных этапов сборки нежесткого вала и жесткой втулки в квазистатической постановке;
- разработана диаграмма заклиниваний нежесткого вала и жесткой втулки;
- разработана математическая модель машины опорных векторов для определения текущего контактного состояния в процессе сборки;

- создан алгоритм корректировки положения вала на основе информации о силах и моментах из зоны сопряжения.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа по поставленным цели, задачам исследования и содержанию полностью соответствует формуле научной специальности 2.5.6 – Технология машиностроения (данная специальность «призвана разработать теорию технологического обеспечения и повышения качества изделий машиностроения с наименьшей себестоимостью их выпуска). Изучение связей (механических, физических, размерных, временных, информационных, экономических и организационных) осуществляется с целью совершенствования существующих и создания новых технологических процессов и методов обработки, и сборки изделий машиностроения требуемого качества с минимальными затратами труда, материальных и энергетических ресурсов»). Область исследований соответствует: п. 3 паспорта – «Математическое моделирование технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения», п. 8 паспорта – «Проблемы управления технологическими процессами в машиностроении».

Теоретическая значимость диссертационной работы

Автором предложена математическая модель процесса сборки нежестких цилиндрических деталей, определения их деформаций и состояний контакта. В работе создан идентификатор положения детали на основе информации из зоны сопряжения.

Практическая значимость диссертационной работы определяется:

- созданием экспериментальной установки для сборки нежестких деталей;
- разработкой рекомендаций по назначению технологических режимов сборки нежестких валов;
- созданием программного обеспечения для автоматической сборки нежестких валов на основе позиционно-силового управления.

Результаты диссертационного исследования используются в Московском политехническом университете при обучении магистрантов направления подготовки: 15.04.01 «Машиностроение», профиль «Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения» в форме лекций и практических работ по теме «Теоретические и технологические основы автоматической сборки» и в университете «Чан Дай Нгхиа», г. Хошимин (Вьетнам) при проведении лабораторных и практических занятий со студентами по направлению 7510201 «Машиностроение», специальность «Технология машиностроения».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается достаточным объемом информации по вопросам автоматической сборки, корректным использованием методов математического и компьютерного моделирования с помощью пакета прикладных программ MATLAB. Результаты теоретических исследований прошли экспериментальную проверку с применением современного научного оборудования и программного обеспечения.

Научные положения и выводы диссертации не противоречат основам технологии машиностроения.

Достоверность результатов работы

Достоверность и обоснованность научных положений и результатов диссертации подтверждается корректным применением методов теоретической механики, сопротивления материалов, технологии машиностроения, теории автоматической сборки и использованием современного оборудования при проведении эксперимента. В работе использованы также теоретические основы приборостроения, теории принятия решений, методы планирования эксперимента и

математической обработки результатов экспериментов, известные зависимости теории механизмов и машин.

Замечания по диссертационной работе

1. Во введении имеется противоречие между формулировками предмета исследования в цели работы (стр. 8) и на стр. 9.
2. По результатам анализа состояния вопроса, приведенного в гл. 1 и, исходя из цели работы, не обоснованы задачи исследования.
3. Название п. 3.1.1. «Архитектура машины распознавания состояний контакта»: не ясно о каком контакте идет речь.
4. Содержание п. 3.2.1. не согласуется с заголовком. В описании процедуры определения границы принятия решений для выделения классов неясно как получен переход от зависимости (3.12) к (3.16).
5. Введено понятие w – весовой вектор, но не показано как определяются или задаются его значения. Также не понятно, как определяется значение второго компонента вектора признаков $x_2 = F_{X1}/M_{Y1}$ при нулевых или близких к нулю значениях момента.
6. П. 4.3.2. «Экспериментальное определение величины прогибов и углов поворота» содержит результаты расчета значений деформации, включая прогиб и углы поворота поперечного сечения в точке контакта. Судя по описанию, физического определения прогиба и угла поворота сечения в работе не проводилось.
7. Имеются недостатки в оформлении работы. В тексте диссертации встречаются грамматические ошибки (нестыковка падежей, склонений глаголов), имеются терминологические неточности, в ряде случаев не прослеживаются причинно-следственные связи между аналитическими зависимостями.

Высказанные замечания не являются значимыми, так как не затрагивают основных научных положений и практических результатов диссертации. Представленная на отзыв рукопись характеризуется полнотой изложения, название работы полностью соответствует ее содержанию.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы и позволяет сделать обоснованный вывод о качестве проведенных исследований и полученных новых научных результатах.

Заключение

Диссертационная работа, по форме, содержит необходимые основные этапы и элементы: анализ современного состояния вопроса, описание экспериментальных исследований; описание полученных результатов, выводы и практические рекомендации. По содержанию – диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой приведено экспериментально – теоретическое решение актуальной научно – технической задачи.

Диссертационная работа Нгуен Ван Линь представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научно-технической задачи – повышения гибкости средств автоматизации сборочных операций для машиностроения.

Диссертация, в соответствии с п. 9-11, п. 13 и п. 14 Положения о присуждении ученых степеней, содержит список работ, опубликованных автором по теме диссертации. По теме диссертационной работы опубликовано 20 статей в журналах, 9 из которых рекомендованы перечнем ВАК, 7 статей в журналах, индексируемых в базах данных Scopus, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Автором были сделаны доклады по результатам исследований на конференциях различного уровня. Это дает основание считать апробацию работы вполне достаточной

Диссертационная работа, представленная Нгуен Ван Линь, по своему содержанию, объему, актуальности, научной и практической значимости полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и определенным п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а ее автор – Нгуен Ван Линь заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.5.6 – Технология машиностроения.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор, профессор
заведующий кафедрой «Приборостроение»

ФБГОУ ВО «Ковровская государственная

технологическая академия им. В.А. Дегтярева»

специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами»



Симаков Александр Леонидович

11.11.2024г.

601910 г. Ковров, ул. Маяковского, 19

Тел. 8 (49232) 6-96-00,

alsimakov@mail.ru

Подпись Симакова Александра Леонидовича заверяю:

Начальник УК КГТА им. В.А. Дегтярева



Пустовалова Наталья Геннадьевна