



Российский университет
дружбы народов (РУДН)

ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198
ОГРН 1027739189323; ОКПО 02066463; ИНН 7728073720

Телефон: +7495 434 53 00, факс: +7495 433 15 11
www.rudn.ru; rudn@rudn.ru

07 декабрь 2017
№ 00-32 /1142

Утверждаю
Первый проректор -
проректор по научной работе
ФГАОУ ВО РУДН
Кираев Н.С.
2017

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» на диссертационную работу Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»

Актуальность темы исследований

Актуальность темы диссертации определяется востребованностью применения процесса гидроабразивной резки, в частности - в области эксплуатации нефтепроводов и нефтехранилищ. Периодически возникает необходимость очистки резервуаров нефтехранилищ и труб нефтепроводов, врезки труб, инспекции состояния. Это требует вырезания полостей больших размеров и сложной формы. Горючие отложения на внутренних поверхностях не допускают применения для их резки методов, сопровождающихся пламенем и искрой, таких как абразивная резка и резка

металлическим инструментом, электро- и газорезка, лазерная резка. Здесь весьма эффективно применение процесса гидроабразивной резки, реализуемого с помощью автоматизированного мехатронного/робототехнического технологического комплекса. Комплекс состоит из транспортной системы с расположенным на ней технологическим роботом и силовой энергетической установкой гидроабразивной резки. При построении системы управления технологическим роботом необходимо учитывать факторы недетерминированности, подлежащие парированию: неточность выхода мобильного робота в заданную точку, неопределенность расположения труб нефтепровода относительно технологического робота и не идеальность поверхности резания (деформации, отложения загрязнения, сварные швы и др.).

Таким образом, в связи с необходимостью решения задач управления технологическим роботом автоматизированного технологического комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов в этих условиях, диссертацию Абу Махфуз Ахмад Аталах Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов» можно квалифицировать как научную работу, в которой содержится решение актуальной задачи мехатронными и робототехническими методами.

Новизна исследований, их результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе получены следующие наиболее значимые научные результаты:

- обоснована и предложена кинематическая схема технологического робота, с использованием измерительной системы в виде дифференциальной вилки;
- предложен обобщенный алгоритм управления мобильным технологическим роботом, основанный на частных составляющих, определяющих особенности выполнения процесса резания на всех его стадиях;
- разработан алгоритм согласования осей и систем координат объекта резания (трубы) и технологического робота;

- введен комплексный показатель перпендикулярности оси струи к поверхности резания и расстояния до нее и разработан алгоритм его стабилизации при движении по технологической траектории;
- разработаны математические и компьютерные модели ТР и задатчиков движения рабочих траекторий. Проведено компьютерное моделирование и исследованы алгоритмы межкоординатной коррекции, основанной на представлении многокоординатной системы в виде вложенных контуров.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений и результатов работы подтверждается проведенными исследованиями, а также теоретической базой работы, основанной на фундаментальных работах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области мехатроники, робототехники, теории и систем автоматического управления.

Значимость для науки и производства полученных автором результатов

Научная значимость полученных результатов заключается в предложении обобщенного алгоритма управления, основанного на частных составляющих алгоритмов, определяющих особенности выполнения роботом процесса гидорезания на всех его стадиях и проведении исследований алгоритмов межкоординатной коррекции, основанной на представлении многокоординатной системы в виде вложенных контуров, а также в разработке математических и компьютерных моделей для исследования процессов управления технологическим роботом.

Практическая значимость заключается в повышении эффективности автоматизированного комплекса гидроабразивной резки трубопроводов и нефтехранилищ нефтепроводов для выполнения ремонтных и профилактических работ за счет разработки моделей и алгоритмов управления технологическим роботом в условиях не полной определенности расположения труб нефтепроводов и не идеальности поверхности резания, обусловленной деформациями, сварными швами, загрязнениями и др. Значимость по-

лученных результатов работы подтверждается актом их использования в ООО «ГРОТ», одной из ведущих организаций по гидроабразивной резке в РФ.

В настоящее время теоретические материалы диссертации используются в учебном процессе по направлению подготовки «Мехатроника и робототехника» во Владимирском государственном университете им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов
диссертационной работы**

Результаты диссертационной работы Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салема рекомендуются к использованию в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях при решении задач автоматизации и роботизации процесса гидорезания нефтепроводов и нефтехранилищ, а также иных горючих и взрывоопасных объектов и предметов и, в том числе: ООО «Грот», АО ВНИИ «Сигнал», АО «Ковровский электромеханический завод» и др.

**Рекомендации по использованию результатов диссертации
в учебных курсах**

Результаты диссертационной работы, а именно: анализ кинематики технологического робота, алгоритмы управления технологическим роботом в условиях неопределенности расположения объекта и неидеальности его рабочей поверхности, а также математические и компьютерные модели целесообразно использовать в учебных курсах по направлению «Мехатроника и робототехника».

Замечания по диссертации

По представленной диссертации Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салема могут быть сделаны следующие замечания:

1. Проверка числа степеней при помощи Сомова-Малышева (стр. 32) не является необходимой, т.к. в работе рассматривается 6-степенной робот с последовательной кинематикой (стр. 31).

2. Применение аппарата углов Эйлера для процесса согласования осей (стр. 53) накладывает определенные рамки – необходимость задания четкой последовательности «обхода углов». Вероятно более универсальным, в данном случае, было бы применение аппарата кватернионов.

3. На рисунке 5.25 (стр.117) графики ошибок положения исполнительных приводов манипулятора приведены одним цветом. В силу многократного пересечения и наложения линий затрудняется понимание графиков в целом.

4. В работе имеются незначительные недостатки редакционного характера, а изложение материала порой стилистически не корректно.

Заключение по диссертации

Рассмотрение диссертации и знакомство с научными публикациями автора позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Диссертация Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу. Работа содержит в себе научно обоснованные технические решения задач роботизации процесса гидроабразивной резки, что имеет существенное значение для соответствующей сферы, и соответствует, на наш взгляд, пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

2. Диссертация написана Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салемом самостоятельно, обладает внутренним единством, а также содержит новые научные результаты и положения, которые свидетельствуют о личном вкладе соискателя в науку, что соответствует пункту 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

3. Основные научные положения исследования опубликованы соискателем в семи печатных работах в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также в шестнадцати работах в прочих научно-технических изданиях, что соответствует пунктам 11 и 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

4. Область исследования и совокупность рассмотренных вопросов соответствует специальности 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Таким образом, диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ, а её автор Абу Махфуз Ахмад Аталах Салем заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Отзыв рассмотрен, обсужден и одобрен на заседании секции управления и мехатроники департамента механики и мехатроники инженерной академии ФГАОУ ВО РУДН 6 декабря 2017 года, протокол № 4.

Председатель секции управления и мехатроники департамента механики и мехатроники

Дивеев А.И.

Профессор департамента механики и мехатроники, д.т.н., профессор

Пупков К.А.

Директор департамента механики и мехатроники, директор инженерной академии, д.т.н., профессор



Разумный Ю.Н.