

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор,

проректор по научной и
инновационной работе ВлГУ,
д. ф.-м.н., профессор

В.Г. Прокошев

2016 года



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Министерства образования и науки Российской Федерации

Диссертация «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом
автоматизированного комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов» выполнена
на кафедре «Мехатроника и электронные системы автомобилей».

В период подготовки диссертации соискатель Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салем являлся аспирантом очной формы обучения кафедры «Мехатроника и электронные системы автомобилей» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (2011-2014 г.г.), в настоящее время является стажером кафедры «Мехатроника и электронные системы автомобилей» ВлГУ.

В 1995 году Абу Махфуз окончил Московскую государственную академию приборостроения и информатики.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 88 выдано 28 декабря 2016 года Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Владимирский государственный университет

имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» о том, что он сдал кандидатские экзамены в ВлГУ: История философии и науки 19 мая 2011 г. – хорошо; Иностранный язык 27 мая 2011г. – отлично; специальная дисциплина 05.02.05 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы 1 апреля 2015 г. – отлично.

Научный руководитель – Кобзев Александр Архипович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Мехатроника и электронные системы автомобилей» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем диссертационной работы

Диссертационная работа посвящена актуальной в теоретическом и практическом плане теме анализа особенностей и разработки алгоритмов управления автоматизированным робототехническим технологическим комплексом гидорезания труб нефтепроводов и резервуаров нефтехранилищ.

В данной работе, в ходе анализа существующих разработок, показано, что в настоящее время процесс гидорезания нефтепроводов выполняется вручную, а требуемая форма фигуры резания получается с использованием технологической оснастки. По итогам анализа сформирован подход к повышению эффективности и мобильности процесса гидорезания труб – применение технологического робота, установленного на транспортной системе. Система «в целом» рассматривается, как мобильный технологический робот (МБТР).

В диссертационной работе определена 6-координатная кинематика технологического робота, для которой решена прямая и обратная задача кинематики. В кинематическую схему произведен ввод измерительной системы типа «дифференциальная вилка». Произведен 3D-анализ рабочих зон технологического робота в пакете SimMechanics. Разработаны алгоритмы управления технологическим роботом с использованием подхода декомпозиции. В частности, разработаны: обобщенный алгоритм управления технологическим роботом; алгоритм иденти-

ификации объекта резания и согласования систем координат объекта и робота с использованием метода двух сечений; алгоритм движения исполнительного устройства (сопла гидрореза) с вводом комплексной оценки ориентации струи. Предложен подход к межкоординатной коррекции управляющих воздействий, основанный на положениях четвертой формы инвариантности и принципе вложенных контуров. Предложенная кинематическая схема, алгоритмы управления и динамической межкоординатной коррекции были смоделированы и исследованы в пакете MatLab. Проведенные исследования в целом показали справедливость алгоритмов коррекции и эффективность введения межкоординатной коррекции в части повышения точности перемещения исполнительного устройства при деформациях поверхности резания.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Личное участие автора состоит в выборе темы и цели работы, постановке задач и поиске способов их решения, анализе существующих разработок в проблемной области диссертационной работы, разработке алгоритмов управления, предложении оригинальных подходов к построению системы управления, а также моделировании и практическом исследовании своих теоретических разработок.

Разработанные соискателем теоретические положения, а также результаты моделирования являются плодами самостоятельного исследования и вносят вклад в решение актуальных вопросов мехатроники и робототехники, в частности – вопроса адаптивного управления технологическими роботами.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается проведенными исследованиями полученных им теоретических положений, заложенных в компьютерных и математических моделях. Теоретической основой для данной диссертационной работы послужили фундаментальные работы отечественных и зарубежных ученых в области мехатроники и робототехники, а также материалы научных изданий.

Новизна и практическая значимость результатов исследования

Научная новизна заключается в следующем:

1. Показаны актуальные задачи процесса гидорезания труб и нефтехранилищ нефтепроводов на основе мобильных технологических роботов.
2. Обоснована и предложена кинематика технологического робота, с использованием измерительной системы в виде дифференциальной вилки.
3. Предложен обобщенный алгоритм управления МБТР, основанный на частных составляющих, определяющих особенности выполнения процесса резания на всех его стадиях.
4. Предложен метод и разработан поисково-аналитический алгоритм идентификации объекта резания (согласования осей и систем координат объекта резания и технологического робота).
5. Введен комплексный показатель, определяющий расположение оси струи гидореза по нормали к поверхности резания и расстояния до нее и разработан алгоритм его стабилизации при движении по технологической траектории.
6. Показана возможность межкоординатной коррекции систем последовательной кинематики, основанная на представлении многокоординатной системы в виде вложенных контуров. Проведен анализ и компьютерное моделирование адаптивных алгоритмов межкоординатной коррекции, подтверждающие их работоспособность.

Практическая значимость диссертационной работы соискателя состоит в повышении эффективности процесса гидорезания нефтепроводов и нефтехранилищ за счет исключения подготовительного времени и универсальность в части вида вырезаемых профилей, что достигается посредством роботизации процесса гидорезания.

Разработанная концепция автоматизации процесса гидорезания нефтепроводов, обобщенный алгоритм работы комплекса и его составляющие использующиеся в одной из ведущих организаций по гидорезанию в РФ – ООО «ГРОТ», теоретические и практические результаты диссертационной работы могут быть использованы при создании робототехнических комплексов гидорезания, а также в

учебном процессе по направлению «Мехатроника и робототехника».

Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя состоит в том, что в них всеобъемлюще отражена разработка алгоритмического обеспечения управления технологическим роботом, выполняющим актуальную задачу гидорезания нефтепроводов и нефтехранилищ в недетерминированных условиях. В научных трудах Абу Махфуз Ахмад Аталлах Салема поставлены и решены задачи, касающиеся формирования кинематической структуры и всех аспектов разработки алгоритмического обеспечения технологического робота, разработка алгоритмов движения и управления, введение оригинальных решений актуальных проблем управления, компьютерное моделирование и исследование разработанных алгоритмов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Наиболее существенные положения и результаты диссертационного исследования нашли отражение в 24 работах, в том числе в 7 статьях, опубликованных в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов научных исследований. Основные публикации соискателя по теме диссертационного исследования:

Статьи в журналах по перечню ВАК:

1. Кобзев, А.А. Алгоритмы управления технологическим манипулятором гидорезания нефтепроводов с учетом специфики выполняемого процесса / Кобзев А.А., Лекарева А.В., Махфуз А.А. // Динамика сложных систем - XXI век. 2016. - № 4. - С. 36-45.
2. Кобзев, А.А. Обоснование и выбор кинематической структуры манипулятора гидорезания нефтепроводов / Кобзев А.А., Лекарева А.В., Махфуз А.А. // Фундаментальные исследования. 2016. - № 10 (часть 1). – С.53-61.
3. Архипов, А.Н. Согласование осей объекта и манипулятора при гидорезании нефтепроводов / А.А. Кобзев, Е.В. Еропова, А.В. Лекарева, А.А. Махфуз // Фундаментальные исследования. 2015, №2. - С. 29-34.

4. Архипов, А.Н. Анализ роботизации процесса гидрорезания нефтепроводов / А.Н. Архипов, А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, А.А. Махфуз, Е.Н. Петухов // Современные проблемы науки и образования. 2014. - N6. URL: <http://www.science-education.ru/120-15697>.

5. Кобзев, А.А. Анализ алгоритмов коррекции программной траектории в устройстве формирования управляющего воздействия для приводов робототехнических систем / А.А. Кобзев, А.А. Махфуз, А.В. Лекарева, Н.А. Новикова // Современные проблемы науки и образования. 2014. - N6 URL: <http://www.science-education.ru/120-15702/>.

6. Кобзев, А.А. Исследование алгоритмов динамической коррекции в робототехнических системах / А.А. Кобзев, Н.А. Новикова, А.В. Лекарева, А.А. Абу Махфуз // Современные проблемы науки и образования. 2014. - N3. URL <http://www.science-education.ru/>.

7. Кобзев, А.А. Особенности реализации четвертой формы инвариантности в системах программного управления / А.А. Кобзев, А.А. Абу Махфуз // Известия Волг ГТУ, серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Выпуск 18. Волгоград: Волг ГТУ. 2013. - N22. - С. 102-105.

Материалы в сборниках материалов научных конференций:

1. Кобзев, А.А. Применение дифференциального метода при согласовании осей технологического робота и объекта манипулирования // А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, А.А. Махфуз / Материалы XIX Международной научно-практической конференции «Теоретические и методологические проблемы современных наук». Новосибирск, ЦСНИ. - 2016. – С. 18-25.

2. Кобзев, А.А. Коррекция в многокоординатных системах введением межкоординатных перекрестных связей / А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, О.С. Сидорова, А.А. Махфуз // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора И.Н. Аринина. Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Владимир.: ВлГУ, 2016. - С.320-324.

3. Кобзев, А.А. Концепция роботизации процесса гидрорезания нефтепроводов / А.А. Кобзев, Е.Н. Петухов, А.А. Махфуз // Труды XI Международного симпозиума «Интеллектуальные системы». М.: РУДН, 2014. - С. 356-359.
4. Кобзев, А.А. Исследование привода с симулятором межкоординатных возмущений / А.А.Кобзев, Н.А.Новикова, А.В.Лекарева, А.А.Махфуз // Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-27». Тамбов: ТГТУ, 2014. - С. 129-133
5. Кобзев, А.А. Особенности роботизации процесса гидрорезания нефтепроводов /А.А. Кобзев, А.А. Абу Махфуз // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки. Часть 4. Сборник научных трудов по материалам МНПК. Тамбов: UKOM, 2014. - 65 с.
6. . Кобзев, А.А.. Задачи управления мобильным технологическим роботом гидрорезания нефтепроводов / А.А. Кобзев, А.В. Лекарева, О.В. Обидинина, А.А. Махфуз // XVI Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств». Владимир: ВлГУ, 2014.- С. 330-332.
7. Кобзев, А.А. Информационное обеспечение роботов для гидрорезания нефтепроводов / А.А. Кобзев, А.А. Махфуз // Международная научно-техническая информация «Информационные системы и технологии». Н. Новгород: НГТУ, ИСТ. 2014. - С. 151-152 .
8. Абу Махфуз, А. Выбор кинематики технологического робота для гидрорезания нефтепроводов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности». - Могилев. БРУ, 2013. – С. 8.
9. Кобзев, А.А. Структурная реализация модифицированной четвертой формы инвариантности / А.А. Кобзев, А.А., Абу Махфуз // Международная конференция по математической теории управления и математике. М.: МИАН, 2013. - С.129 -132.
10. Кобзев, А.А. Система автоматического управления с межкоординатной коррекцией / А.А. Кобзев, В.А. Немонтов, А.А. Абу Махфуз // XXVI Междуна-

родная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях: ММТТ-26» в 10 т. Т.1.- Нижний Новгород.: ННГТУ, 2013. – С. 57-59.

11. Кобзев, А.А. Программное управление мобильными технологическими роботами / А.А. Кобзев, В.А. Немонтов, Ю.Е Мишулин. , А.А. Абу Махфуз // XV Международная научно-практическая конференция , посвященной памяти профессора И.Н. Аринина «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств». Владимир: ВлГУ, 2013. - С. 66-68.

12. Кобзев ,А.А. Автоматическая коррекция управляющего воздействия в координатных приводах / А.А. Кобзев, А. А. Махфуз // Труды VI Международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2013». Москва: РУДН, 2013. – С. 269-271.

13. Абу Махфуз, А. Алгоритмы коррекции управляющего воздействия в многоординатных приводах с перекрестными связями // Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности». - Могилев. БРУ, 2012. - С. - 149.

14. Alexander, Kobzev, Systems of multi coordinated drives of the technological equipment with cross diverse communications / Alexander Kobzev, Aby Maxfus // XVII унаучно-техническа конференция с международно участие «Транспорт, Екология, устойчиво, развитие»: Т.У. Варна , ЕКО - ВАРНА , 2012. - Том 19. - Р. 487-492.

Статьи в зарубежных изданиях

1. Ahmad, A. Mahfouz Mechatronics Design of a Mobile Robot System / Ahmad A. Mahfouz, Ayman A. Al, Farhan A. Salem // I.J. Intelligent Systems and Applications, ijisa. URL: <http://www.mecs-press.org>. DOI:10.5815. 2013. - P. 23-36.

2. Ahmad, A. Mahfouz Modeling, Simulation and Dynamics Analysis Issues of Electric Motor, for Mechatronics Applications, Using Different Approaches and Verification by MATLAB- Simulink / Ahmad, A. Mahfouz , Mohammed M. K., Farhan A. Salem // I.J. Intelligent Systems and Applications. URL: (<http://www.mecs-press.org/>). 2013. - P. 39-57.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертация Абу Махфуз Ахмад Аталах Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидрорезания нефтепроводов» по своему содержанию соответствует профилю специальности 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы», в частности, пункту 2: «Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем, анализ их характеристик методами компьютерного моделирования, разработка новых методов управления и проектирования таких систем» и пункту 6: «Исследование автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем, на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации».

Диссертация Абу Махфуз Ахмад Аталах Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидрорезания нефтепроводов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Заключение принято на межкафедральном научно-техническом семинаре кафедры «Мехатроника и электронные системы автомобилей».

Дата семинара 28 декабря 2016 года.

Присутствовало на заседании - 15 человек:

- от кафедры МиЭСА 7 человек: 2 – д.т.н., профессора; 5 - к.т.н., доцента;
- от кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» д.т.н., профессор Коростелев В.Ф, д.т.н., профессор Егоров И.Н., д.т.н., профессор Сысоев С.Н.;
- от кафедры «Технология машиностроения» д.т.н., профессор Морозов В.В., к.т.н., доцент Жданов А.В., к.т.н., доцент Новикова Е.А.;
- от кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки» д.т.н., профессор Гоц А.Н.;
- от кафедры «Вычислительная техника и системы управления» д.т.н., профессор Малафеев С.И.

Результаты голосования: «за» - 15 человек, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Заведующий кафедрой «Мехатроника и электронные системы автомобилей»,
доктор технических наук, профессор



А.А. Кобзев

Подпись зав. кафедрой, д.т.н., профессора Кобзева А.А. заверяю,
ученый секретарь Совета Владимирского государственного университета имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Ученый секретарь Совета ВлГУ

Г.Г. Коннова

