

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 19.01.2022 18:25:44

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d4260b9e3f1c1feabb175e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники



ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРВЕПОДОБНОГО ДВУХМОДУЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Методические указания по выполнению
лабораторной работы по дисциплинам: «Мобильные роботы для
мониторинга окружающей среды»

Курск 2016

УДК 621.(076.1)

Составители: Яцун С.Ф., Мальчиков А.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Е.Н. Политов

Исследование червеподобного двухмодульного мобильного робота: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине: «Мобильные роботы для мониторинга окружающей среды», / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. С.Ф. Яцун, А.В. Мальчиков. – Курск, 2016. – 13 с., 6 ил. – Библиограф.: 13 с.

В данной работе рассматривается конструкция червеподобного двухмодульного робота для перемещения по внутренней поверхности труб, принцип его движения и система управления. В методическом указании изложен необходимый минимум, необходимый студентам для изучения мобильных внутритрубных роботов.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим советом по направлениям Мехатроника и робототехника.

Предназначены для студентов направлений направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16

Усл.печ.л. Уч.-изд.л. Тираж 20 экз. Заказ .Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Содержание

1 Цель и задачи работы	4
2. Краткие теоретические сведения.....	6
3. Описание лабораторного стенда.....	9
4. Порядок выполнения лабораторной работы.....	12
5. Составления отчёта о выполнении	13
Библиографический список	13

1 Цель и задачи работы

Целью работы является изучение конструкции внутритрубного червеподобного двухмодульного робота с вибрационным принципом движения, его системы управления и проведение эксперимента.

Оборудование: модель червеподобного двухмодульного вибрационного робота, отрезок трубы, стойки, блок управления моделью, источник питания 220/12 В, рулетка, секундомер.

Данная работа входит в состав модуля «Мобильные роботы для мониторинга окружающей среды», выполняется в ходе лабораторного занятия «Исследование червеподобного двухмодульного мобильного робота».

Выполнение работы ориентировано на формирование у студентов следующих элементов профессиональных компетенций:

ПК-4 – способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск

ПК-15 – способностью проводить обоснованную оценку экономической эффективности внедрения проектируемых мехатронных и робототехнических систем, их отдельных модулей и подсистем

ПК-16 – способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению

По итогам выполнения и защиты работы студент должен владеть следующими знаниями, навыками и умениями, представленными в табл. 1

Табл. 1 Уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций		
Пороговый (удовлетво- рительный)	Продвинутый (хороший)	Высокий (отличный)
знать: основные мировые тренды развития мобильной робототехники в области создания червеподобных роботов	знать: основные мировые тренды и конкретные работы в области создания червеподобных роботов	знать: основные мировые тренды и конкретные работы в области создания червеподобных роботов, критерии сравнительного анализа существующих разработок
уметь: выполнить оценку экономической эффективности внедрения червеподобных роботов	уметь: выполнить оценку экономической эффективности внедрения червеподобных роботов и отдельных модулей	уметь: рассчитать экономический эффект внедрения червеподобных роботов и отдельных модулей
владеть: навыками оценки потенциальной опасности, сопровождающие испытания червеподобных роботов	владеть: навыками оценки потенциальной опасности, сопровождающие испытания червеподобных роботов и навыками их предотвращения	владеть: навыками оценки потенциальной опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию червеподобных роботов и навыками их предотвращения

2. Краткие теоретические сведения

Роботы с вибрационным принципом движения имеют довольно простую конструкцию и не нуждаются в таких особых частях как колеса, гусеницы или ноги. Вибрация позволяет передвигаться по шероховатым поверхностям, а также в жидкой среде, которая не могут быть преодолимы для колесных, или же оборудованных ногами роботов. Вибророботы не нуждаются во внешних движителях, их можно конструктивно выполнять в виде запаянных капсул, и потому они могут быть очень устойчивыми к агрессивному воздействию внешней среды. В простейшем случае тело робота движется в одном направлении, по линии или по трубе. Движение осуществляется с помощью изменения формы (червеподобного движения). Типичный биологический пример такого движения это перемещение насекомых, таких как гусеницы и плоские черви.

Различные способы используются для обнаружения трещин или коррозии внутри труб. Однако эти методы сложны и требуют свободного доступа к внешней стороне трубы. Для упрощения данной задачи разрабатываются мобильные роботы, способные перемещаться внутри трубы. Кроме того, в трубе, вибрационные ползающие роботы могут иметь и другие применения. Например, они могут нести механизм очистки или протягивать электрические кабели связи через трубу.

Разработано очень большое количество роботов для осмотра внутренней поверхности цилиндрических трубопроводов.

Внутритрубные роботы могут быть классифицированы различными способами, например, как представлено в схемах на рисунке 1.

По способу передвижения в трубе роботы могут быть разделены на:

- Самоходные;
- С передвижением по веревке или цепи;
- Передвигающиеся вместе с транспортируемом веществом;
- Комбинированные.

По функциональному назначению различают:

- Диагностические;
- Очистки;
- Комбинированные (диагностики и очистки).

По типу движения робота:

- С прерывистым движением (шаговым);
- Непрерывного движения.

По типу привода:

- Электрический;
- Гидравлический;
- Пневматический;
- Электромагнитный;
- Комбинированный.

По типу взаимодействия с опорной поверхностью можно выделить:

- Роботы, при передвижении которых происходит явная деформация стенок трубы в точках контакта;
- Роботы, при передвижении которых не происходит явной деформации стенок трубы в точках контакта.

Тип передвижения робота классифицируется с типом управления таким как: программным, биотехническим, интеллектуальным.

В соответствии с методом очистки труб, ползающих роботов, подразделяют на производящих очистку механически, химически и комбинированно (механически и химически).

а)



б)



в)



г)



Рис.1. Классификация внутритрубных роботов:
а) общая; б) по способу передвижения; в) по типу привода;
г) по типу управления

3. Описание лабораторного стенда

Двухмодульный червеподобный вибрационный робот представляет собой самоходное устройство, которое может двигаться в трубах только постоянного диаметра. Особые геометрические размеры корпуса робота обеспечивают постоянную силу взаимодействия между ними стенкой трубы. Данный робот предназначен для движения в трубе с внутренним диаметром, равным 140 мм.

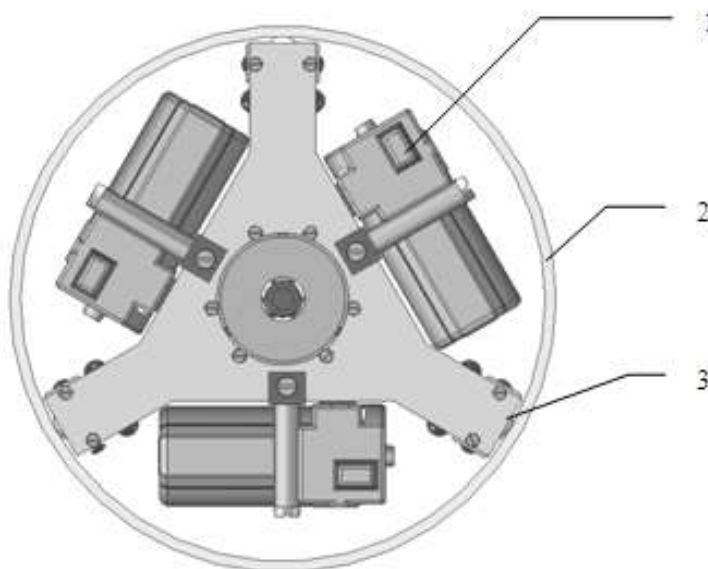


Рис.2. Внутритрубный робот:
1 - корпус робота; 2 - труба, 3 поверхности контакта

Робот состоит из двух модулей, соединенных между собой с помощью вязкоупругого элемента и электропривода. Привод состоит из электродвигателя постоянного тока и реечной передачи; он обеспечивает линейное движение рабочего органа. Привод обеспечивает возвратно-поступательное линейное движение и передачу внешней силы к каждому органу робота.

Часть передвижения включает специальный механизм асимметричного трения для создания различных сил трения между телом робота и стенкой трубы.

Механизм асимметричного трения имеет доминирующее влияние на параметры движения. Этот механизм создает силовые связи между роботом и внутренней стенкой трубы. Однонаправленный механизм обеспечивает с максимальной силой трения для прямого и обратного перемещения.

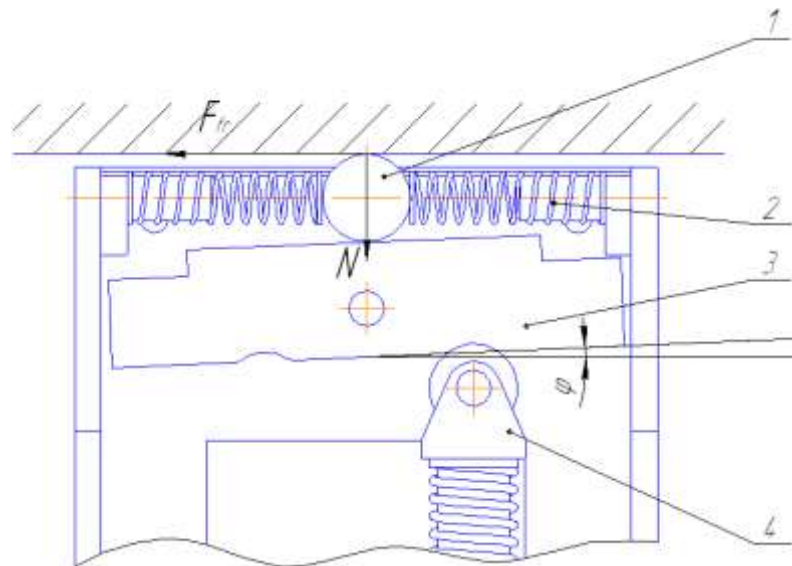


Рис.3. Устройство механизма асимметричного трения

Таблица 2 Компоненты, приведённые на рис.3

Компоненты	Описание
1	Шар
2	Пружина
3	Наклонная планка
4	Переключатель

Асимметричная сила трения (F_{fr}) созданная специальным механизмом с шаром 1, пружиной 2 и наклонной планкой 3, которая может изменять угол наклона φ , так что сила трения различна, в зависимости от направления движения. Когда робот движется вперед, шар 1 движется по плоскости 3. В данном случае, сила, действующая между шаром и плоскостью мала. Если робот меняет направление движения, шар сталкивается со стеной трубы и происходит остановка. Угол между поверхностью планки и трубы меньше, чем угол трения.

Движение вдоль по оси предполагается в два этапа:

1-й этап - движение вперед. Это движение с минимальной силой трения;

2-й этап – реверс движения.

Данный режим работы представляет собой заклинивание, т.е. остановку движения. Для изменения направления движения, системой управления меняется угол наклона опорной поверхности планки шаров с помощью электромагнита.

На рисунках 4 и 5 представлен внешний вид робота

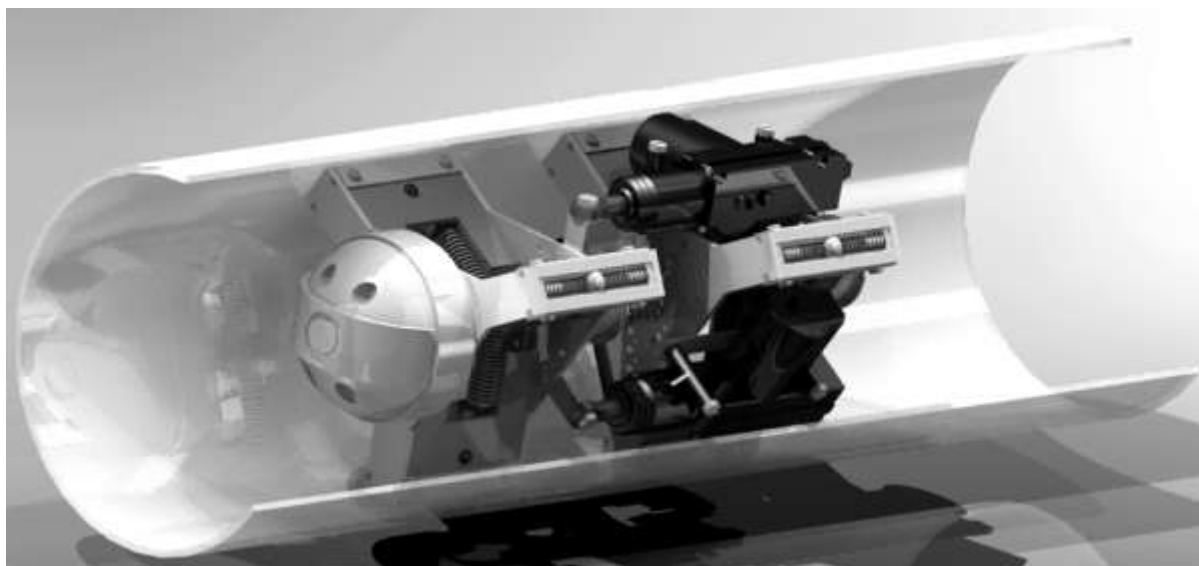


Рис.4. 3D CAD модель червеподобного робота с двумя модулями и электрическими приводами, внутри в трубе

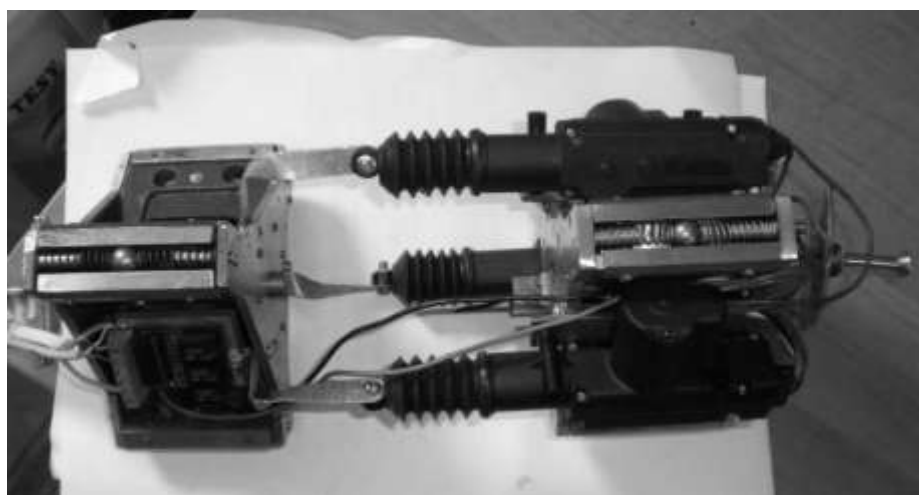


Рис.5. Фото собранного червеподобного робота с двумя модулями и электрическими приводами (прототип устройства)

На рисунке 6 показана блок-схема системы управления внутритрубным роботом. Управляющий сигнал от микроконтроллера (МК) с помощью драйвера двигателя приводит во вращение вал двигателя. Крайние положения рейки привода контролируются концевыми выключателями. Двигатель останавливается, когда концевой выключатель достигает крайней позиции. Затем полярность напряжения на двигателе меняется, и он начинает вращаться в противоположном направлении. С помощью пульта дистанционного управления можно задавать направление движения. Например, когда оператор хочет включить реверс, то подаёт сигнал, МК свою очередь подаёт питание для катушки электромагнита.

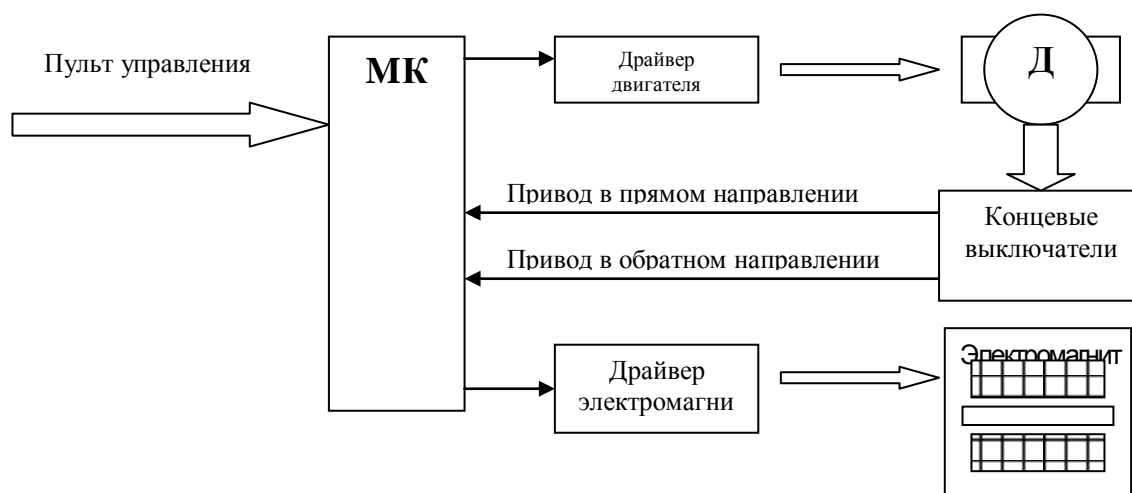


Рис.6. Схема системы управления робота

4. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с техникой безопасности и правилами поведения в лаборатории;
2. Внимательно изучить конструкцию двухмодульного червеподобного виброробота;
3. Изучить схему управления двигателями робота;
4. Расположить трубу на опорной стойке;
5. Ввести робота в трубу, подсоединить необходимые контакты и провода блока управления;
6. После проверки преподавателем правильности всех соединений и расположения робота в трубе, подключить источник питания;
7. Провести необходимые эксперименты. С помощью рулетки замерить расстояние, которое должен пройти робот, далее включить робота и с помощью секундомера определить время прохождения данного расстояния роботом в трубе; рассчитать среднюю скорость движения робота
8. Изменить и определить угол наклона трубы, путём изменения высоты одной опоры стойки;
9. Повторить п. 7 для разных углов наклона;
10. После проведения всех необходимых экспериментов, выключить робота, отсоединить питание и провода блока управления и вытащить робота из трубы;
11. Составить отчёт по лабораторной работе.

5. Составления отчёта о выполнении

Отчёт составляется после выполнения студентом лабораторной работы и должен включать:

1. Стандартный титульный лист;
2. Цель лабораторной работы
3. Оборудование, использовавшиеся при выполнении лабораторной работы;
4. Краткое описание изученного устройства;
5. Схематическое изображение устройства робота;
6. Упрощённо изобразить систему управления вибророботом;
7. Построить графики зависимости средней скорости робота от угла наклона трубы.
8. Заключение по лабораторной работе.

После подготовки отчёта и проверки его преподавателем, студент может быть допущен к его защите. Студенты, не предоставившие отчёт или выполнившие его неверно, не могут быть допущены к защите.

Библиографический список

1. S. Jatsun, K. Zimmerman, I. Zeigis, A. Jatsun “Vibration driven robots for in pipe inspection”, Proceedings of International Conference on Mechatronics. Kumamoto, 2007, pp. 237-249;
2. N. Bolotnik, K. Tsimmerman, I. Zejdis, S. Jatsun, “Mobile vibrating robots”, The 9th International Conference on Climbing and Walking Robots, Brussels, 2006. pp.558-563;
3. Болотник Н. Н., Зейдис И. М., Циммерманн К., Яцун С.Ф. Динамика управляемых движений вибрационных систем // Известия РАН. Теория и системы управления. 2006. №5. С. 157–167;
4. Черноусько Ф. Л. Оптимальное прямолинейное движение двухмассовой системы // ПММ. 2002. Т. 66. Вып. 1 с. 3-9;
5. Гурский Д. Вычисления в MATHCAD 12. С-Пб: Питер, 2006, 544с.