

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ВЕСА КАРЕТОЧНОГО ТИПА В MATLAB SIMSCAPE MULTIBODY

*А.С. Беляев, ассистент ОАР, ИШИТР,
Д.В. Майтаева, студент гр. 8е71
Томский политехнический университет
E-mail: dvm43@tpu.ru*

Введение

На сегодняшний день для реабилитации пациентов с проблемами опорно-двигательного аппарата и маломобильных людей применяют системы компенсации веса. Такие системы могут полностью или частично компенсировать вес человека за счет использования электро, пневмо или механических приводов. По принципу действия системы обезвешивания делятся на 3 типа: пассивные, пассивно-активные и активные. Пассивные системы используют для создания обезвешивающей силы противовес, пассивно-активные управляемый электро или пневмопривод [1]. Однако основная проблема данных типов систем заключается в том, что передвижение системы осуществляется исключительно за счет движения человека, следовательно, человек должен «тащить» систему обезвешивания за собой. Поскольку обычно такие системы строятся с использованием кареток,двигающихся по рельсам, на которые непосредственно устанавливаются электродвигатели имеющие значительную массу, то подобное передвижение очень трудоемко для пациента. Полностью активные системы имеют встроенную систему передвижения, что позволяет ей самостоятельно передвигаться вслед за пациентом [2].

Поскольку данные системы работают непосредственно с людьми, то особое внимание при их разработке следует уделить надежности и безопасности. Для отработки режимов работы, синтеза системы управления и отработки процессов, происходящих при обезвешивании в данной работе была поставлена задача разработки имитационной модели системы компенсации веса кареточного типа.

Разработка имитационной модели

Для разработки имитационной модели на первом этапе в среде Autodesk Inventor были реализованы основные механические детали: каретка, опоры, боковые стержни и т.д. Данные блоки были загружены как механические элементы в программный пакет Matlab Simulink. Данные блоки сопрягаются в единую систему с использованием блоков кинематики библиотеки Simscape Multibody. Внешний вид конструкции и структурной схемы имитационной модели в среде Matlab Simulink приведен на рисунке 1.

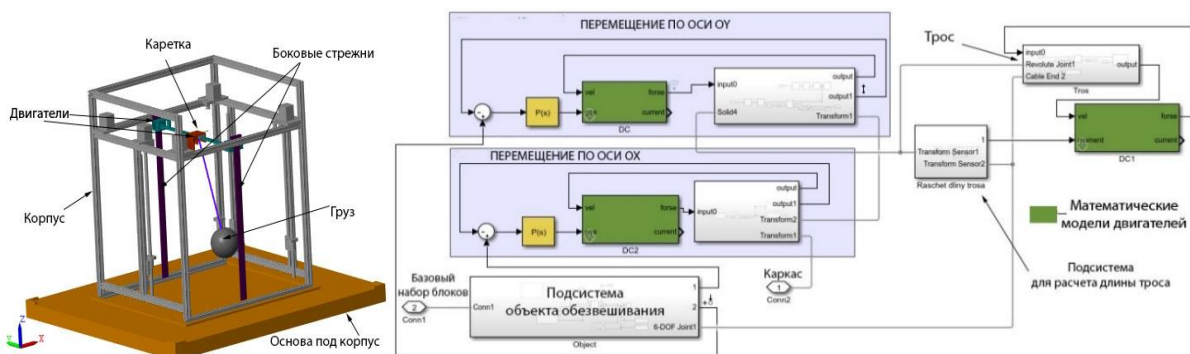


Рис.1. Конструкция и модель системы в Matlab

Модель состоит из 2-х подсистем перемещения по осям координат X и Y, а так же троса, к которому закреплен груз. Для создания управляющих моментов введены математические модели двигателей постоянного тока с независимым возбуждением. Кроме того, в систему добавлен обезвешиваемый элемент с 6-тью степенями свободы, что позволяет ему перемещаться ему независимо от системы обезвешивания.

Для слежения за обезвешиваемым элементом используются пропорциональные (П) и пропорционально-интегрально-дифференцирующие (ПИД) регуляторы, настройка коэффициентов которых осуществлялась с помощью встроенной функции “Tune”.

Для отработки работы системы была задана следующая траектория движения обезвешиваемого элемента, представленная также на рисунке ниже: по осям X и Y на объект действуют первые 2

секунды синусоидальные импульсы, после чего возмущение на систему прекращается. А по оси Z на груз действуют импульсы прямоугольной волны, имитирующие прыжок и падение объекта. Полученные переходные характеристики и ошибки позиционирования по обеим осям представлены на рисунке 3.

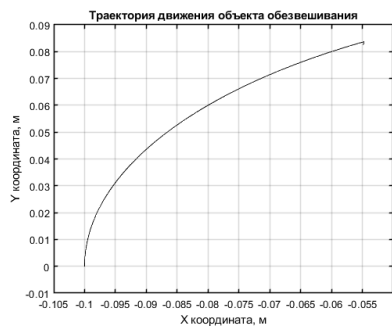


Рис. 2. Траектория движения

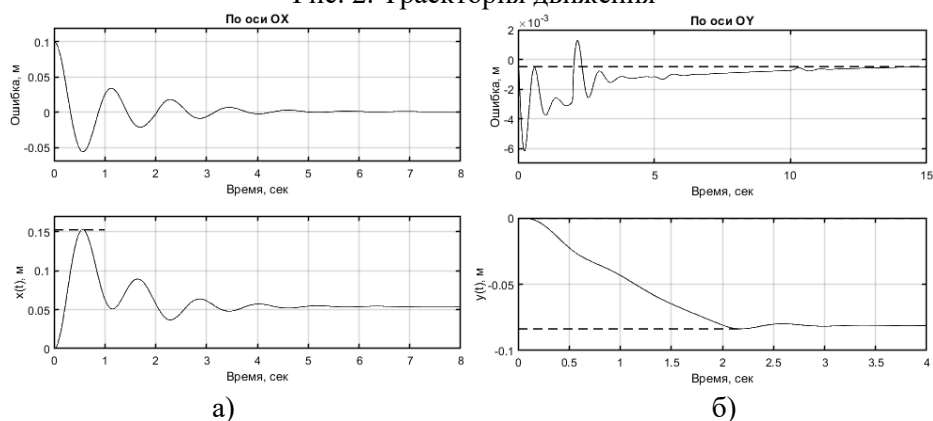


Рис. 3. Полученные графики: а) по оси OX; б) по оси OY

По данным графикам видно, что синтезированная система управления отрабатывает слежение за объектом обезвешивания с ошибками позиционирования по оси OX $\Delta x = 8.68 \cdot 10^{-4}$ м, а по оси OY $\Delta y = 8.89 \cdot 10^{-4}$ м. Полученное перерегулирование составляет по каждой оси координат:

$$\sigma_x = \frac{0.1523 - 0.0544}{0.0544} \cdot 100\% = 180\%; \quad \sigma_y = \frac{0.0837 - 0.0819}{0.0819} \cdot 100\% = 2.2\%.$$

А время переходных процессов: $t_{p_x} = 4c$; $t_{p_y} = 2.4c$.

Заключение

В результате проведения синтеза системы компенсации веса кареточного типа была создана система слежения за объектом, обеспечивающая компенсацию веса. По полученным значениям после симуляции процесса было выявлено, что ошибка позиционирования не превышает 1 мм. По оси OY характеристики переходного процесса меньше, чем по оси OX.

Список использованных источников

1. Обзор систем обезвешивания./ А. О. Гайдукова, Н. А. Белянин // Решетневские чтения. – 2016. – С. 93–95.
2. Маркелов И. А. Сравнительный анализ систем обезвешивания крыльев солнечных батарей космических аппаратов при наземных испытаниях / И. А. Маркелов // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г.: в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 1. — [С. 245-246].