

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМ СТЕНДА С АКТИВНОЙ СИСТЕМОЙ ОБЕЗВЕШИВАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ РАСКРЫТИЯ В ЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ КРЫЛЬЕВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Зарницын А. Ю.
Томский политехнический университет
д.т.н. Малышенко А. М.
ayz10@tpu.ru

Введение

Развитие космической отрасли неизбежно влечет за собой создание новых технологий по производству спутниковых систем. Наряду с этим актуальным становится вопрос о предварительных испытаниях спутникового оборудования до вывода его на орбиту.

С целью проведения адекватных испытаний в земных условиях применяют стенды обезвешивания.

Описание объекта

По своему функциональному исполнению стенды обезвешивания подразделяются на активные, пассивные и комбинированные.

В пассивной системе обезвешивания компенсация усилия осуществляется благодаря противодействию грузов и сил упругости пружин встроенные в систему через совокупность блоков.

В активной системе, компенсация усилия осуществляется благодаря должному создаваемому моменту встроенных электроприводов.

В комбинированных системах сочетаются методы обезвешивания предыдущих двух систем.

Вне зависимости от типа системы помимо вертикальных перемещений необходимо отслеживать горизонтальную составляющую перемещения обезвешиваемого объекта. С этой целью применяют следящие системы стендов обезвешивания.

Пример активной системы обезвешивания представлен на рисунке 1.

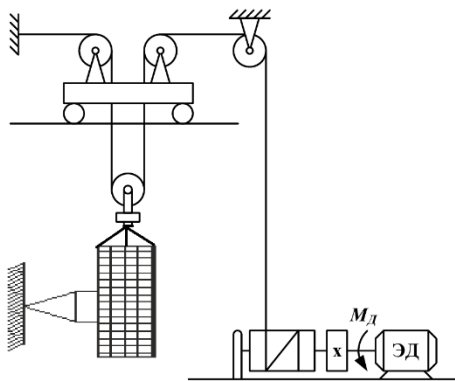


Рис. 1. Пример активной системы обезвешивания

Разработка и проектирование стенда требует под собой создание математической модели для дальнейшего синтеза регулятора и моделирование динамики процесса. На рисунке 2 представлена кинематическая схема следящей системы на базе которой выводится вся математическая модель.

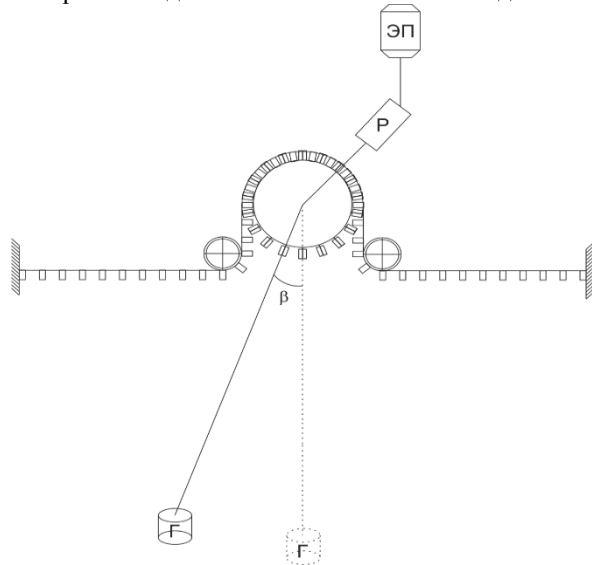


Рис. 2. Кинематическая схема следящей системы

На рисунке 2 ЭП – электропривод, Р – редуктор, Г- обезвешиваемый груз, β – угол отклонения троса от вертикали.

Имитационное моделирование

Вывод математической модели базируется на применении второго закона Ньютона.

При построении математической модели были приняты следующие допущения:

- Волновым движением деформации в упругих звеньях можно пренебречь, так как время переходного процесса во много раз больше времени распространения волны упругой деформации;

- Деформация упругих звеньев линейна и подчиняется закону Гука, т. е. не выходит за пределы упругости;

- Дискретные массы не подвержены деформации, т. е. принимаются абсолютно жесткими;

- Силы или моменты, действующие в расчетной системе, приложены в месте сосредоточенных масс.

Как в следящей системе так и в системе обезвешивания в качестве электропривода

применяется синхронный привод с постоянными магнитами, который используется совместно с программируемым серво усилителем. Это один из наиболее распространённых на сегодняшний день вид электроприводов благодаря малым габаритам и его свойству выдерживать моментные характеристики на всём регулируемом диапазоне скоростей

Применительно к следящей системы контур привода настроен на регулирование по скорости.

После вывода математической модели проведем синтез регулятора применив ППП Matlab приложение Simulink.

График переходного процесса изменения угла отклонения троса от вертикали представлен на рисунке 3.

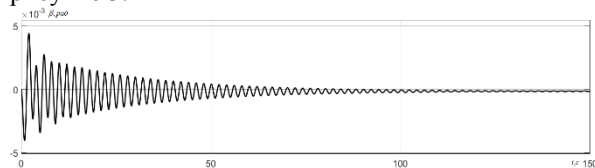


Рис. 3. График переходного угла отклонения троса от вертикали

Исследуем динамику переходного процесса при разных коэффициентах регулятора и сведём данные в таблицу.

Таблица 1. Показатели работы алгоритма при различном n чередовании кадров

	1	2	3
Э1	$2,5 \cdot 10^{-3}$	60	32
Э2	$0,25 \cdot 10^{-3}$	55	26
Э3	$0,1 \cdot 10^{-3}$	65	30

В таблице 1: столбец 1 – Установившееся значение, рад; столбец 2 – Время переходного процесса, с; столбец 3 – Число колебаний; Э1, Э2, Э3 – эксперимент № 1, 2, 3 – соответственно.

Проанализировав графики переходных процессов можно сделать вывод, что система обладает большой колебательностью. Так как основной вклад в колебательность системы вносит интегральная составляющая регулятора, то было принято решение синтезировать регулятор с переменной И- составляющей значение которой формируется по нечеткому закону. На рисунке 4 представлена структурная схема такой системы.

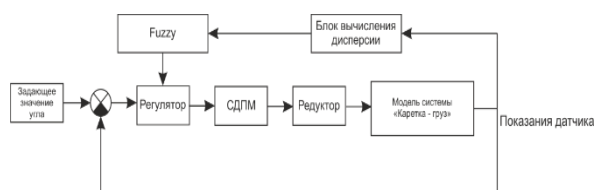


Рис. 4. Структурная схема системы с настройкой параметров по нечеткому алгоритму

Решение изменять интегральную составляющую в зависимости от «дисперсии» по нечеткому закону основано на недостаточности данных о точном законе изменения, поэтому была разработана база нечетких правил регламентирующих уменьшение И- составляющей с увлечением дисперсии.

График переходного процесса представлен на рисунке 5.

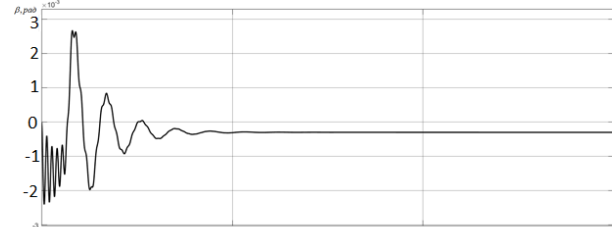


Рис. 5. График переходного процесса угла отклонения от вертикали при нечетком изменении И- составляющей

Как видно качество переходного процесса существенно улучшилось

Заключение

В результате проведения экспериментов по исследованию динамики можно сделать следующие выводы

1. С учетом всех упругостей в системе процессы происходящие в ней носят колебательный характер, что существенно усложняет процедуру синтеза регулятора.

2. С целью уменьшения колебательного эффекта и улучшения качества переходного процесса был синтезирован ПИ – регулятор с переменной И- составляющей изменяющийся по нечеткому закону в зависимости от «дисперсии» выходного сигнала. Однако стоит отметить, что это не единственный способ синтеза регулятора исходя из анализа работ наибольшую популярность в системах такого рода набирает частотный синтез.

Список использованных источников

1. Кравченко О.А., Богданов Д.Ю., Барыльник Д.В.. Математическая модель электромеханической многокоординатной силокомпенсирующей системы- Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика», 2014 – 8с
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика – М.: Мир, 1992. – 184с.
3. С. Г. Герман – Галкин Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0. Учебное пособие – СПб.: Корона принт, 2001-320 с.
4. Крылов А. В., Чурилин С. А.. Моделирование развертывания многосвязных замкнутых космических конструкций // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2012, с. 80–91