

Построение управления для магнитно-левитирующей системы

Научный руководитель – Буданов Владимир Михайлович

Чемякин Владимир Сергеевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра прикладной механики и управления,
Москва, Россия

E-mail: chemyakin.volodya@yandex.ru

Рассматривается задача управления системой из двух магнитных дисков, движущихся вдоль общей вертикальной стеклянной оси под действием электромагнитных сил, создаваемых двумя катушками индуктивности. Цель управления состоит в том, чтобы диски двигались по заданным программным траекториям.

В первую очередь, задача интересна с точки зрения управления неустойчивыми механическими системами с нелинейными характеристиками электромагнитов и ограниченным набором измеряемых параметров. Целью является исследование устойчивости и управляемости системы, а также синтез управления по обратной связи в отклонениях, обеспечивающего слежение за заданными траекториями с максимально возможной точностью. Особый интерес представляет анализ системы как нестационарной, поскольку параметры линеаризованной модели существенно зависят от выбранных положений равновесия [1].

При создании экспериментальной установки было решено большое количество технических и конструкторских задач. Тем не менее только совокупность этих решений позволила подойти к экспериментальной реализации теоретической задачи. В частности, была проведена разработка и реализация программного обеспечения для микроконтроллеров, обеспечивающего обработку сигналов с датчиков расстояния и формирование управляющих сигналов на силовые каскады для обеих катушек. Прделана сборка экспериментальной установки и написано программное обеспечение для анализа и проверки управления, полученного теоретически. Был проведен ряд экспериментов для получения физических коэффициентов из настоящей экспериментальной установки. В ходе экспериментов исследована зависимость подъемной силы каждого электромагнита от тока в соответствующей катушке и расстояния до диска. Полученные зависимости подтвердили линейный характер связи силы с током и обратную степенную зависимость от расстояния, что позволило уточнить математическую модель системы. На основе полученной модели был реализован закон управления по обратной связи в отклонениях, обеспечивающий устойчивую левитацию обоих дисков в заданных диапазонах высот. Экспериментально подобранные коэффициенты обратной связи позволили добиться снижения среднеквадратичной ошибки слежения по сравнению с режимом без управления.

Результаты экспериментов могут применяться для тестирования качества применяемых технических решений в системах магнитной левитации, а также могут представить интерес при создании алгоритмов управления прецизионными электромеханическими системами, внедрение которых в современном мире приобретает все большую популярность и актуальность.

Источники и литература

- 1) Морозов В. М., Каленова В. И. Линейные нестационарные системы и их приложения к задачам механики. — М.: Физматлит, 2010. — 206 с.

- 2) Формальский А. М. Управление движением неустойчивых объектов. — М.: Физматлит, 2012.
- 3) Khimani D. Implementation of High Performance Nonlinear Feedback Control on Magnetic Levitation System. — ResearchGate, 2018.
- 4) Educational Control Products. Manual for Model 750. Magnetic Levitation System. — ECP, 1999.
- 5) VL53L4CD Datasheet. — STMicroelectronics. URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l4cd.pdf>
- 6) STM32G4 Series. — STMicroelectronics. URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32g4-series.html>

Иллюстрации

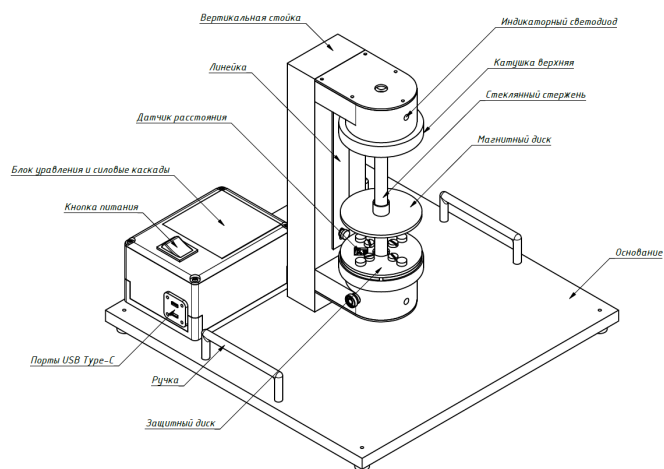


Рис. : Экспериментальная установка "Магнитно-левитирующая система"