

Гашение колебаний в облегченном роботе-манипуляторе

Научный руководитель – Буданов Владимир Михайлович

Смирнов Андрей Александрович

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: andrey040902@gmail.com

В предлагаемой работе описывается опыт решения проблемы с раскачиванием облегченного 6DOF манипулятора.

Манипулятор является частью самоходного исследовательского комплекса EUREKA. Он должен подбирать предметы, нажимать кнопки и тумблеры, поворачивать рычаги, открывать шкафы и ящики. Из-за требований к весу платформы все узлы были облегчены до предела. В конструкции активно применяется 3Д-печать с низкой (30–50%) плотностью заполнения, фрезеровка дюралюминия Д16Т, карбоновые профили и пластины.

Из-за упругих деформаций компонент конструкции при движении манипулятора в плечах возникают колебания. Они привели к разрушению части элементов конструкции после первой сборки.

Для решения проблемы были применены несколько методов:

- Укрепление конструкции манипулятора без увеличения веса, где это возможно. Представлены 3Д-модели, сборки и FEA анализ в Autodesk Inventor.
- Установка гидравлических демпферов на проблемные сочленения. Представлены результаты испытаний, проект в Simulink, моделирующий деформации и эффект демпфирования.
- Настройка программных контроллеров. Помимо классических PID был протестирован новый алгоритм управления с обратной связью – Supertwisting Control (ST). По этому алгоритму была написана статья [1]. Представлен сравнительный анализ двух методов управления.

Колебания удалось уменьшить до приемлемых амплитуд, и исключить вызываемые ими механические повреждения.

В конце работы представлен проект нового манипулятора, созданный с учетом усвоенных уроков.

Рover EUREKA участвовал в международных соревнованиях “International Rover Challenge 2025”[2]. Его разработала студенческая команда из МГУ, МФТИ, МЭИ, МТУСИ.

Работа велась в лаборатории Робототехники НИИ Механики МГУ при поддержке Фонда Содействия Инновациям, кампаний «Роскосмос», «Роснефть», «КЭР Холдинг», “Voltbro”.

Источники и литература

- 1) Andrei Smirnov, Vladimir Budanov, Konstantin Klimov, Dmitrii Kapytov, Isaac Chairez – “Robust high-order sliding mode control for collecting objects by a wheeled space rover with a multi-articulated arm”. Journal Of Field Robotics
- 2) International Rover Challenge 2025: <https://roverchallenge.org/>

Иллюстрации



Рис. : EUREKA на соревнованиях IRC2025. Видны гидравлические демпферы на манипуляторе