

## УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ И СТРУКТУРА ПРИВОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Прокопеня О.Н., Халитов В.В., Севашко В.А.

Брестский государственный технический университет  
Брест, Республика Беларусь

Основным фактором, определяющим возможность успешного внедрения робототехнических средств в отечественную промышленность, в настоящее время является их стоимость. Подтверждением этому может служить факт, что подавляющее большинство используемых в промышленности роботов относятся к первым поколениям [1], при наличии более совершенных, но и более дорогих образцов. В свою очередь, рост стоимости в большинстве случаев обусловлен желанием повысить «интеллектуальные способности» робота, что приводит к оснащению его большим количеством датчиков и сложной системой управления. С одной стороны, это повышает функциональные возможности робота, с другой стороны, эти возможности не всегда полностью востребованы, или, по крайней мере, без них можно обойтись.

Таким образом, успешному внедрению роботов в отечественное производство способствовало бы создание недорогих образцов, ориентированных, прежде всего на технологические операции, требующие позиционного управления при относительно невысоких требованиях к точности позиционирования. Нами предпринята попытка создания универсального двигательного модуля для построения подобных конструкций на основе двигателя постоянного тока. Задача состояла в том, чтобы разработать привод, обеспечивающий отработку заданного перемещения без перерегулирования в достаточно широком диапазоне изменения момента инерции механизма. При этом принимался как превалирующий принцип минимальной реализации.

Посредством математического моделирования в среде MATLAB был выполнен анализ качества переходных процессов при использовании стандартных типов регуляторов (ПД- и ПИД-регулятора) [2]. Установлено, что лучшее качество обеспечивается при использовании ПД-регулятора. Однако оба типа регулятора при фиксированной настройке позволяют получить переходный процесс с перерегулированием близким к нулю только для узкого диапазона изменения момента инерции. Для расширения рабочего диапазона по моменту инерции регуляторы должны быть адаптивными, что существенно усложняет процедуру синтеза.

В качестве альтернативного подхода была исследована структурная схема привода, синтезированной методом размещения полюсов, как трехконтурной системы с обратными связями по перемещению, скорости и току двигателя. При задании действительных полюсов в системе обеспечивается переходный процесс без перерегулирования. Причем, хотя теоретически система более чувствительна к изменению параметров объекта, в данном случае (по результатам моделирования) желаемый переходный процесс обеспечивается в

более широком диапазоне изменения момента инерции, чем при использовании стандартных регуляторов. Все три переменные (перемещение, скорость и ток двигателя) могут быть измерены техническими средствами, поэтому синтезированную систему можно реализовать практически. Привод может быть реализован как чисто аналоговый, или как аналого-цифровой. Моделирование показывает, что при периоде дискретизации менее 0,001 с переходные процессы в обеих системах практически одинаковы.

Особенность работы привода состоит в том, что при задании достаточно большого перемещения в начальный период отработки скорость и ток двигателя выходят за допустимые пределы. На практике это означает переход в нелинейный режим, если указанные переменные ограничиваются принудительно в целях защиты двигателя. Для предотвращения такой ситуации задание перемещения должно осуществляться ступенчато небольшими шагами. Очень хорошо осуществляется отработка линейного сигнала, когда фактически задается скорость перемещения. В этом случае ее легко ограничить номинальным значением.

Недостатком является необходимость измерения трех переменных. Технически это не сложно, однако может создавать определенные неудобства из-за ограниченности места на установку датчиков, необходимости преобразования сигналов в цифровую форму и т.д. Поэтому была исследована возможность построения системы с наблюдателем состояния. Это дает возможность ограничиться только измерением перемещения, т.е. построить систему как одноконтурную. Результаты моделирования подтвердили такую возможность при незначительном ухудшении качества переходного процесса, однако диапазон изменения момента инерции, в котором обеспечивается нулевое перерегулирование, несколько сузился. Очевидно, что при использовании наблюдателя состояния можно говорить только о цифровой реализации управляющей части привода, что впрочем, в настоящее время и так предопределено.

Для экспериментальной проверки полученных результатов создан действующий образец привода на основе микродвигателя постоянного тока мощностью 90 Вт со встроенным тахогенератором. Изменение момента инерции осуществлялось установкой стальных дисков на вал двигателя. Наличие перерегулирования оценивалось визуально. В целом привод обеспечивал отработку перемещения без перерегулирования, хотя задать все значения момента инерции, полученные на основе моделирования, не удалось. В настоящее время проектируется цифровая часть привода для проверки возможности реализации системы с наблюдателем состояния.

1. Накано Э. Введение в робототехнику: Пер. с япон. – М.: Мир, 1988. – 334 с.
2. Борисенко Л.А., Самойленко А.В. Механика промышленных роботов и манипуляторов с электроприводом: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1992. – 234 с.