

УДК 621.316

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Димитрюк Д. В., студент гр. ЭАбд-41, IV курс
Научный руководитель: Петрова М. В., к. т. н., доцент
Ульяновский государственный технический университет
г. Ульяновск

Электроприводы играют важную роль в робототехнических комплексах, обеспечивая точное и надежное движение роботов. Они преобразуют электрическую энергию в механическую работу, способствуя выполнению различных задач.

Применение электроприводов в робототехнических комплексах имеет ряд преимуществ, включая высокую точность и повторяемость движений, высокую эффективность преобразования энергии и возможность управления скоростью и положением робота. Недостатками являются сложность применения в пожароопасных зонах и взрывоопасных средах, также при большой влажности [1]. При длительной непрерывной работе возможен перегрев двигателя и износ трущихся частей, а электромагнитное поле может создавать помехи в сетях управления и помехи в проходящих рядом других сетях [1].

Особенностью применения электропривода в робототехнических комплексах является вопрос об оптимизации его энергопотребления. С учетом того, что робототехнические комплексы могут использоваться в различных сферах – от производства до сложных операций в медицине и авиации, снижение затрат на электроэнергию имеет большое значение и может существенно повлиять на экономическую эффективность проекта.

В свою очередь, оптимизация энергопотребления позволяет использовать энергию более эффективно, что ведет к повышению производительности и увеличению времени работы робототехнических комплексов. Это особенно важно для роботов, выполняющих задачи в местах, где доступ к электропитанию ограничен, например, в различных видах исследовательских миссий или при выполнении задач в отдаленных местах.

Один из основных видов двигателей, используемых в робототехнических комплексах, - это серводвигатели. Они обеспечивают точное позиционирование и управление скоростью робота благодаря встроенной системе обратной связи, способны обеспечивать высокую точность позиционирования и устойчивость к нагрузкам, что особенно важно при выполнении прецизионных задач.

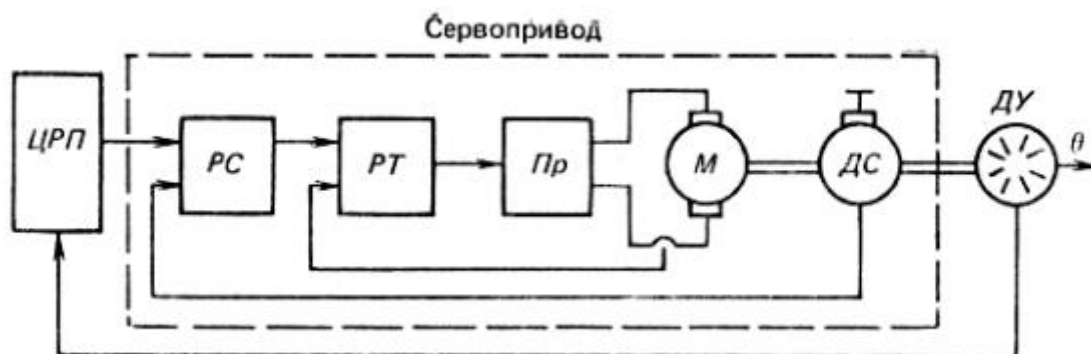


Рис. 1. Функциональная схема с применением сервопривода

Данная функциональная схема электропривода является совмещенной аналого-цифровой системой автоматического управления. Она объединяет преимущества комбинированной аналоговой системы трехконтурного подчиненного регулирования с преимуществами цифровой системы, такими как высокая точность цифровых датчиков и удобство программирования работы.

Первый контур состоит из двигателя, преобразователя и регулятора тока. Во втором контуре также присутствуют датчик скорости и регулятор скорости. В третьем контуре дополнительно есть датчик угла и цифровой регулятор положения. Аналоговые операционные усилители наиболее часто используются в качестве регуляторов тока и скорости для легкой реализации требуемого закона управления.

Датчик скорости может быть как аналоговым, так и цифровым. В некоторых случаях использование датчика скорости нецелесообразно, поскольку сигнал об изменении скорости может быть вычислен в цифровом регуляторе положения путем дифференцирования сигнала с датчика угла.

Другой распространенный вид электропривода, используемый в робототехнических комплексах, - это шаговые двигатели. Шаговые двигатели обладают высокой точностью позиционирования и хорошей устойчивостью к нагрузкам. Они могут быть использованы для контроля положения различных частей робота, таких как суставы, приводя к более точному управлению движением.

Интеллектуальные методы управления энергопотреблением в мехатронных системах являются ключевыми для достижения оптимальной производительности и снижения энергозатрат. Они позволяют системе работать более эффективно, экономя ресурсы и снижая воздействие на окружающую среду.

Использование интеллектуальных алгоритмов управления, таких как PID-регуляторы, адаптивное управление, оптимальное управление, искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы, позволяет снизить энергопотребление подвижных механизмов за счет более точного и эффективного управления. Нейронные сети могут быть использованы для обучения оптимальным стратегиям управления электроприводом на основе

данных. Например, нейронная сеть может быть обучена на данных о положении, скорости и ускорении робота, а также на данных о потреблении энергии, чтобы предсказать оптимальное напряжение и частоту для электропривода.

Сбор и анализ информации о рабочем режиме электропривода позволяет определить оптимальные параметры работы, обеспечивающие минимальное энергопотребление.

Нечеткая логика может быть использована для разработки интеллектуальных систем управления электроприводом, которые могут принимать решения в условиях неопределенности и неполной информации. Например, нечеткая логика может быть использована для разработки системы управления, которая может регулировать напряжение и частоту электропривода в зависимости от нагрузки и скорости робота.

С помощью методов на основе теории управления можно существенно оптимизировать энергопотребление электропривода. Например, оптимальное управление может быть использовано для поиска оптимального закона управления, который минимизирует потребление энергии при заданной траектории движения робота.

В свою очередь, адаптивное управление может быть использовано для разработки систем управления электроприводом, которые могут автоматически подстраиваться к изменяющимся условиям эксплуатации. Например, адаптивное управление может быть использовано для разработки системы управления, которая может регулировать напряжение и частоту электропривода в зависимости от нагрузки и скорости робота.

Для минимизации энергопотребления был предложен целостный подход, который рассматривает роботизированную ячейку как целостного робота. Математическая модель, которая учитывает различные скорости, положения робота, режимы энергосбережения и альтернативные порядки операций, может быть преобразована в смешанную целочисленную формулировку линейного программирования, которая, однако, подходит только для небольших случаев. Для оптимизации сложных роботизированных ячеек был реализован гибридный эвристический ускоренный метод с использованием многоядерных процессоров и метод Gurobi simplex для кусочно-линейных выпуклых функций [2].

Таким образом, оптимизация энергопотребления в электроприводах робототехнических комплексов является важной задачей, поскольку энергозатраты напрямую влияют на эффективность работы робота, его стоимость эксплуатации и срок службы. В свою очередь, выбор интеллектуального метода оптимизации энергопотребления электропривода в робототехнических комплексах зависит от конкретной задачи и требований к системе управления.

Список литературы

1. Гансецкий Д. В. . Электроприводы мобильных робототехнических комплексов // VII Международная научно-техническая интернет-конференция "Информационные технологии в образовании, науке и производстве", 16-17 ноября 2019 года, Минск, Беларусь. 2019. С. 193-200.
2. Елохин Е. Г. Метод моделирования энергии мобильного робота // Молодой ученый. 2020. № 20. С. 30-33.