

Закключение. Построенная имитационная модель может применяться для оценки качества математического описания устройств данного класса преобразователей. С помощью построенной модели заметно сокращается время, необходимое на проведение эксперимента.

В дальнейшем возможно расширение функциональности системы за счёт расширения списка воспроизводимых законов распределения, а также добавления классов, позволяющих проводить испытания с использованием других типов преобразователей.

Список цитируемых источников

1. *Дубовских, М. А.* Имитационная модель программно-управляемого вероятностного преобразователя / М. А. Дубовских // Информационные технологии и системы-2012 : материалы Междунар. науч. конф., 24 окт. 2012. — Минск : БГУИР, 2012. — С. 343—344.
2. *Четвериков, В. Н.* Стохастические вычислительные устройства систем моделирования / В. Н. Четвериков, Э. А. Баканович. — М. : Машиностроение, 1989. — С. 15—18.
3. *Четвериков, В. Н.* Вычислительная техника для статистического моделирования / В. Н. Четвериков, Э. А. Баканович, А. В. Меньков. — М. : Совет, радио, 1978. — 312 с.

Материал поступил в редакцию 24.06.2013 г.

В. В. Жарский, И. В. Дайняк, С. Е. Карпович

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА МОТОР-КОЛЁСАХ

Показано преимущество привода прямого действия по сравнению с приводами других типов.

The advantage of direct drive compared to other types of actuators was shown.

Ключевые слова: система управления, мотор-колесо, транспортное средство.

Key words: control system, motor-wheel, vehicle.

Введение. Системы прямого привода получают в настоящее время распространение практически во всех областях промышленного производства — в энергетике, транспортной отрасли, машиностроении, приборостроении и электронном машиностроении [1]. По цене прямой привод уже практически сравнялся с прецизионным приводом на шариковинтовых парах, но при

этом значительно превосходит его по скорости перемещения и ряду других параметров, а в сравнении с традиционными приводами с зубчатыми передачами приводы на двигателях прямого действия имеют преимущество в точности, повторяемости и сроке службы.

Особую привлекательность привод прямого действия имеет для транспортных средств самого различного назначения и исполнения: от напольных роботов и автоматического транспорта, оборудования микро- и нанoeлектроники до легковых и большегрузных автомобилей повышенной грузоподъёмности. Использование привода прямого действия в этих случаях позволяет реализовать принципиально новое решение приводной части мобильной системы благодаря возможности использования встраиваемых в ступицу мотор-колёс с электронным управлением скоростью движения в широком диапазоне регулирования (от нулевого значения до нескольких тысяч оборотов в минуту) без использования коробок переключения передач со ступенчатым регулированием скорости или сложных бесступенчатых вариаторов и дополнительных редукторов обычного или планарного типов.

Исполнительный серводвигатель мотор-колеса проектируется и изготавливается по блочно-модульному принципу, согласно которому увеличение момента на валу двигателя достигается мультиплицированием электромагнитных модулей и, соответственно, постоянных магнитов магнитной дороги или переходом на другой типоряд двигателей с другим исходным электромагнитным модулем, опять же с возможностью мультиплицирования модулей внутри этого ряда [2]. В некоторых случаях применения возможно комбинирование привода с встраиваемым редуктором для обеспечения большего требуемого момента при сохранении прежних габаритов двигателя.

Применение привода прямого действия в мотор-колёсах транспортных средств. В конструкции существующих транспортных машин (автомобили, метро, трамваи, железнодорожный транспорт) в качестве первичного источника движения применяются паровые машины, двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели. Классический привод при передаче тягового усилия на колёсные пары всегда имеет трансмиссию, содержащую редуктор (коробку переключения передач) для снижения частоты вращения ротора (коленчатого вала) тягового двигателя, карданную передачу (для передачи движения под углом) и дифференциальный механизм для раздачи движения на правую и левую полуось колёсной пары. В такой конструкции неизбежны значительные потери мощности двигателя на преодоление сопротивления в механизмах трансмиссии.

Для преодоления указанного недостатка необходимо создание привода, в котором отсутствует трансмиссия. Анализ работы трансмиссии показывает,

что с информационной точки зрения она выполняет логические операции управления и коммутации направления передачи движения, т. е. если возложить логические функции управления на вычислительное устройство и в качестве канала передачи движения использовать не механическую передачу, а электрический канал передачи энергии, то проблема будет решена. В этом случае источник выработки механического движения необходимо переместить на периферию привода, т. е. совместить с колёсными парами. В качестве двигателя возможно использование синхронного двигателя обычного исполнения, ось ротора которого является осью колеса. В качестве такого двигателя можно применить шаговый двигатель с магнитной дорожкой в роторе. Основное его преимущество при использовании в качестве мотор-колеса заключается в возможности создания транспортных платформ для перемещения в координаты позиционирования с большой точностью. В аттестованных транспортных системах точность позиционирования может достигать величин порядка ± 1 мм и менее.

Использование четырёх ведущих колёс позволяет сделать платформу более проходимой, решить проблему проскальзывания колеса на уровне управления [3]. Практическое отсутствие протяжённых осей позволяет сделать разворотными все колёса платформы. Для автомобилей это позволяет снизить радиус разворота и облегчает борьбу с заносами (как удерживанием транспортного средства на курсе движения, так и смещением параллельно курсу).

Подвижные платформы с четырьмя разворотными колёсами способны разворачиваться на месте, что является большим преимуществом при построении на их базе различного рода цехового транспорта (как для транспортировки материалов и заготовок, так и уборочных машин), поскольку им становятся доступными практически любые площадки, расположенные между технологическим оборудованием.

Реализация системы управления электроприводами мотор-колёс. Структура распределённой системы управления исполнительными приводами может быть оснащена трёхфазными синхронными шаговыми двигателями типа «мотор-колесо» (рисунок 1).

Бортовая ЭВМ представляет собой персональный компьютер в промышленном исполнении и выполняет функции управления подсистемами управления левого и правого колёс и подсистемой обеспечения функционирования автомобиля, а также запоминает и обрабатывает принимаемую от той же подсистемы информацию и обеспечивает выполнение программы управления движением. Важно отметить, что на ЭВМ ложится задача управления каждым из мотор-колёс таким образом, чтобы обеспечить одинаковое вращение левого и правого колёс и согласованное их вращение при повороте автомобиля.

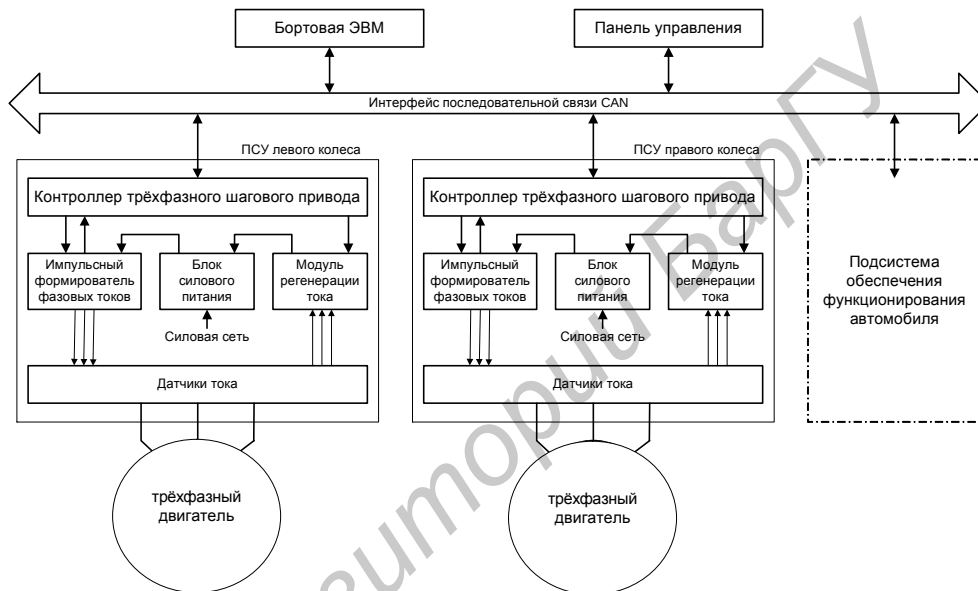


Рисунок 1 — Структурная схема распределённой системы управления исполнительными приводами (трёхфазными синхронными двигателями типа «мотор-колесо»)

Панель управления предназначена для задания управляющих воздействий в бортовую ЭВМ водителем посредством органов управления, расположенных на лицевой части панели, а также отображает информацию о текущем состоянии системы управления посредством светодиодных индикаторов и жидкокристаллического дисплея.

Связь бортовой ЭВМ с подсистемами нижнего уровня осуществляется через высоконадёжный интерфейс последовательной связи CAN, который изначально был спроектирован для использования в бортовых системах управления. Также возможно применение не менее надёжного интерфейса RS-485.

Каждая из подсистем управления левого и правого колёс состоит из контроллера трёхфазного шагового привода, импульсного формирователя, блока силового питания, модуля регенерации тока.

Модуль регенерации тока выполняет функцию рекуперации (возврата) энергии, так как при вращении мотор-колеса в результате ШИМ-управления появляются большие броски тока, которые необходимо гасить. Модуль регенерации тока позволяет сбросить часть этой энергии в накопительную секцию (источник питания).

В качестве датчиков тока используются прецизионные резисторы.

Заключение. Проведённый анализ трансмиссий транспортных средств показал, что наилучшие характеристики движения достигаются при использовании электропривода типа «мотор-колесо». Разработана распределённая система управления исполнительными приводами для подвижной платформы с двумя ведущими мотор-колёсами. Описана структура подсистемы управления мотор-колеса.

Список цитируемых источников

1. *Жарский, В. В.* Привод прямого действия для мотор-колёс мобильных систем / В. В. Жарский, С. Е. Карпович, И. В. Дайняк. — Минск : Бестпринт, 2009. — 175 с.
2. *Карпович, С. Е.* Системы перемещений на основе привода прямого действия / С. Е. Карпович, В. В. Жарский, И. В. Дайняк. — Минск : БГУИР, 2008. — 239 с.
3. Высокодинамичный прецизионный привод прямого действия, основанный на поворотных модулях / И. В. Темрук [и др.] // Изв. Белорус. инженер. акад. — 2004. — № 1(17)/4. — С. 318—322.

Материал поступил в редакцию 17.07.2013 г.