

УДК 621.337.2

УСТРОЙСТВО РАБОТЫ КОНТРОЛЛЕРА ХОДА
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА
THE DEVICE OF THE CONTROLLER OF THE COURSE
OF ELECTRIC TRANSPORT

И.Е. Трипутин, В.А. Теплый

Научный руководитель – Г.А. Михальцевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

I. Triputin, V. Teply

Supervisor – G. Mikhaltcevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: сравнение контроллеров хода электрического транспорта.

Abstract: comparison of electric transport controllers.

Ключевые слова: контроллер хода, датчик Холла, выходной сигнал.

Keywords: stroke controller, hall sensor, output signal.

Введение

Контроллеры управления ходом транспорта с электрическим электроприводом выполняют функцию по возможности максимально плавного регулирования тока в цепи обмоток электродвигателя, а в некоторых случаях еще и для преобразования постоянного тока в трехфазный переменный, в случае применения асинхронного двигателя.

Контроллеры хода – необходимый компонент любого электротранспорта, начиная от троллейбусов и трамваев, заканчивая электровелосипедами и электросамокатами. Пускай они, и выполняют одинаковую работу, но принцип устройства контроллеров - отличается.

Основная часть

Контроллеры управлением хода троллейбуса

Контроллеры хода троллейбуса имеют схожую конструкцию, устанавливаются под полом троллейбуса и соединены с педалями хода и торможения с помощью тяг.

На троллейбусе отечественного производства модели АКСМ 32102 использованы котроллеры аналогового типа. В его состав входит концевой выключатель, фиксирующий нулевое, или отпущенное состояние педали и датчик углового перемещения на основе элемента Холла, выходное напряжение которого является линейной функцией от угла поворота.

$$U_{\text{вых}} = f(\varphi), \quad (1)$$

где φ – угол поворота вала, соединенного с педалью.

Диоды, резисторы, стабилитроны, и другие радиоэлементы служат для защиты концевой выключателя и датчика углового перемещения от перенапряжений, обратной полярности и других аварийных режимов.

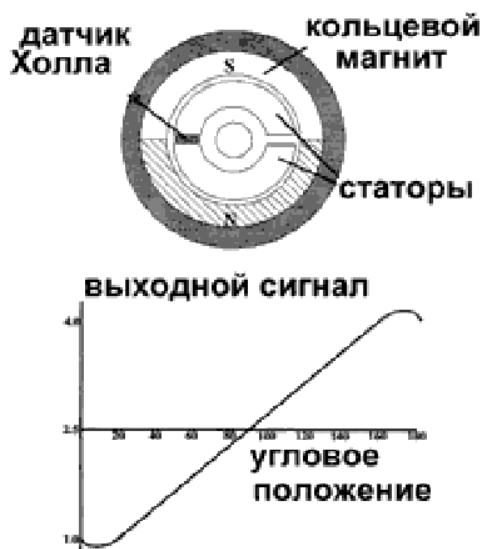


Рисунок 1 – Датчик Холла

На отечественных троллейбусах моделей АКСМ 321 и 333 стоят контроллеры хода оптического типа. Контроллер состоит из датчика, внутри которого – диск с отверстиями, пяти оптических пар и схемы усилителя сигналов. При нажатии на педаль (хода или тормоза) через тяги передается крутящий момент и происходит вращение диска датчика контроллера. При его вращении засвечиваются определенные оптические пары. В зависимости от нажатия на педаль на выходе контроллера появляется комбинация сигналов.

Контроллеры управления хода электровелосипеда

Контроллер для управления двигателя постоянного тока – это необходимое звено в системе электрокомпонентов электровелосипеда. Без контроллера электродвигатель не сможет даже запуститься, не говоря о его полноценной работе. Аккумулятор имеет 2 полюса – отрицательный и положительный, а мотор-колесо (двигатель) – 3 фазы. Поэтому подключить аккумулятор и двигатель напрямую просто не возможно. Для этого используется контроллер управления.

В этом случае, только контроллер способен сформировать в обмотке статора мотор-колеса, вращающееся магнитное поле.

К тому же, контроллер управляет электродвигателем:

- Позволяет менять скорость движения – при смене положения ручки газа меняется число импульсов напряжения, подаваемых за секунду на обмотки, и вращение колеса ускоряется или замедляется;
- Обеспечивает рекуперацию энергии, т.е. возвращение энергии в аккумулятор (колесо работает в роли генератора), при торможении двигателем.

Контроллер выступает в роли понижающего преобразователя, поэтому проходящий по обмоткам мотора фазный ток может быть гораздо выше батарейного тока, поступающего от аккумулятора к контроллеру. Именно от него зависит мощность, поступающая на двигатель. Например, при использовании мотор-колеса, номинальной мощностью 1000 Вт можно

кратковременно получать значения до 2000–2500 Вт. Происходит скачок напряжения и как следствие, возрастает мощность при неизменной силе тока.

Поэтому нужно использовать подходящий контроллер и постоянно контролировать температуру, чтобы не допустить перегрева двигателя.

Контроллер для электровелосипеда имеет алюминиевый корпус, устанавливается на раму велосипеда. Из него выходят провода с разъемами для подключения разных устройств.

Внутри находятся:

- силовые компоненты – шунты для измерения тока, конденсаторы, транзисторы;
- понижающие преобразователи на 12 В и 5 В – обеспечивающие питание микроконтроллера;
- микроконтроллер.

Разновидности контроллеров управления

Таблица 1 – Контроллеры управления

Критерий	Виды	Особенности
По принципу взаимодействия с электродвигателем	Для использования с датчиком Холла	Совместимы с мотор-колесами, оснащенными датчиками Холла
	Для работы без датчиков	Совместимы с двигателями без датчиков
	Универсальные	Могут работать и с датчиками положения, и без них
По виду выходного сигнала	Создающие сигналы прямоугольного вида (меандр) (рисунок 2)	Цена таких моделей – ниже
	Создающие чистые синусоидальные сигналы. (рисунок 3)	При одинаковой выходной мощности, они дороже
	Создающие сигналы в виде «модифицированной синусоиды» или сглаженного меандра (рисунок 4)	Менее популярны и не всегда применимы

Анализируя формулу силы тока для переменного тока:

$$U = U_{max} * \sin(\omega t + \varphi) \tag{1}$$

Видим, что U_{max} – амплитуда напряжения имеет плавное нарастание на графике и короткий пик – это обеспечивает большую плавность, однако, мы жертвуем максимальной скоростью, т.к. время действия максимального тока минимально.

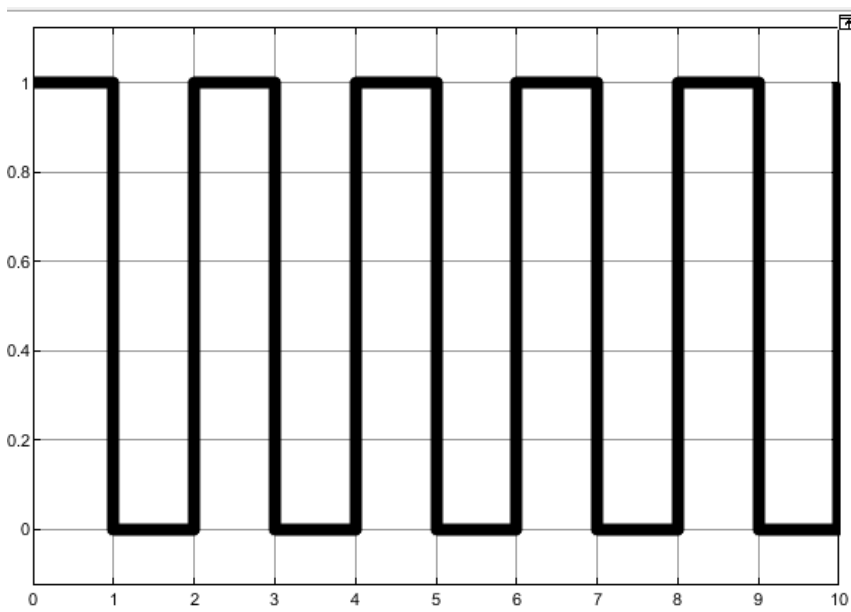


Рисунок 2 – Прямоугольный сигнал

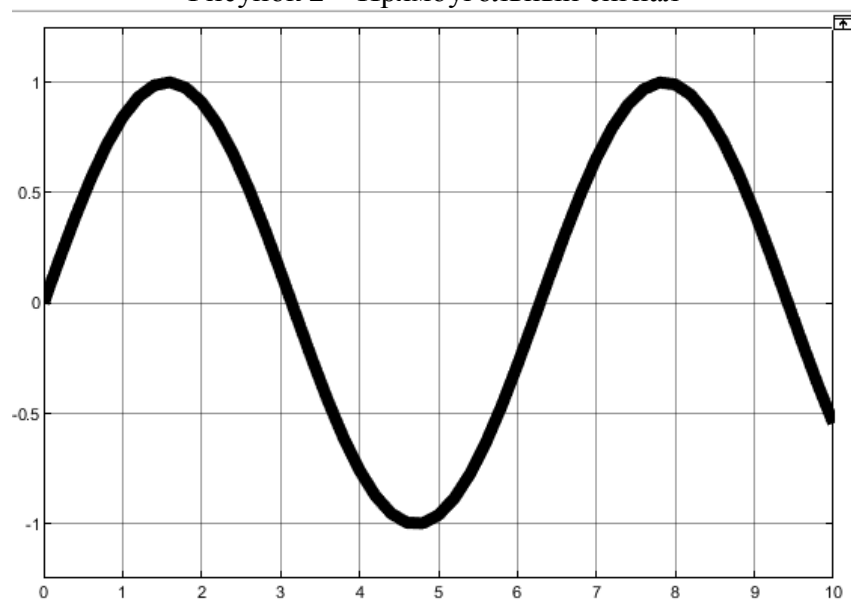


Рисунок 3 – Синусоида на осциллографе

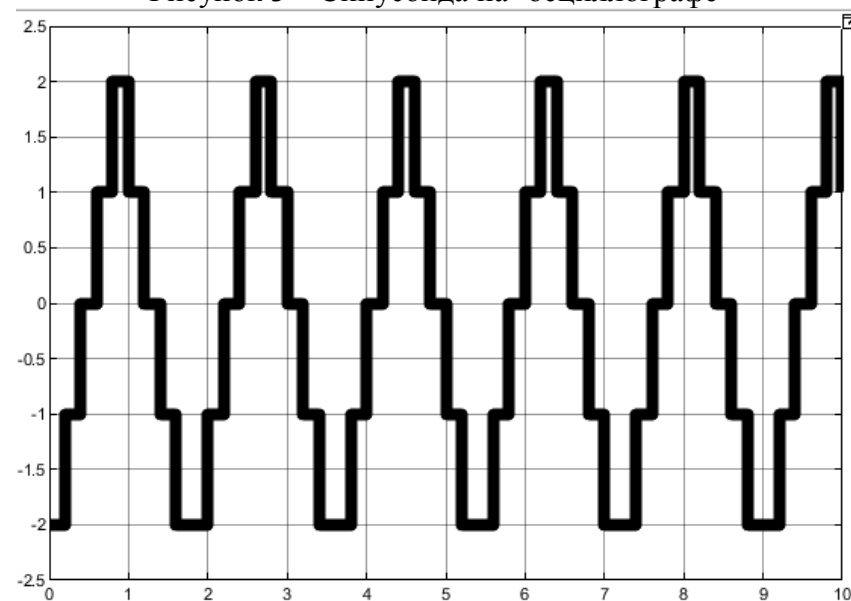


Рисунок 4 – Модифицированный синус

Аналогично анализируя формулу (1), приходим к выводу, что прямоугольный сигнал обеспечивает большую максимальную скорость – ведь период действия максимального напряжения, как показано на рисунке 2, больше, чем у аналогичного синусоидального графика (рисунок 3). Однако, особенность прямоугольника такова, что максимальное напряжение нарастает не плавно, а скачком – импульсно, что неблагоприятно сказывается на плавности работы двигателя при движении. Также, помимо худшей плавности работы двигателя, «прямоугольные» контроллеры вызывают перегрев двигателя, а как следствие – понижение КПД, или, что хуже – выход из строя электродвигателя.

Для снижения негативного воздействия прямоугольного сигнала и для уменьшения стоимости контроллера, в некоторых моделях используют в качестве выходного сигнала – модифицированный синус, представляющий собой комбинацию прямоугольного и синусоидального токов (рисунок 4).

Заключение

Контроллер хода электрического транспорта – необходимый компонент в транспорте с электроприводом, обеспечивающий правильность работы электродвигателя, а как следствие – его динамические характеристики и плавность хода. Неправильный подбор контроллера к двигателю укорачивает срок службы работы электродвигателя, поэтому верный выбор данного компонента при проектировке электрического транспорта позволяет обеспечить необходимые динамические характеристики, комфорт пассажиров, а также срок службы электродвигателя.

Литература

1. Руководство по эксплуатации АКСМ321-000000.000 РЭ // Минское государственное производственное унитарное предприятие "БЕЛКОММУНМАШ" – Троллейбусы пассажирские низкопольные. Книга 1
2. Руководство по эксплуатации АКСМ321-000000.000 РЭ. Альбом иллюстраций // Минское государственное производственное унитарное предприятие "БЕЛКОММУНМАШ" – Троллейбусы пассажирские низкопольные. Книга 2
3. Контроллер для электровелосипеда и электроскутера [Электронный ресурс] / Контроллер для электровелосипеда и электроскутера. – Режим доступа: <https://www.voltbikes.ru/blog/ob-jelektroskuterah/kontroller-dlja-jelektrovelosipeda-i-jelektroskuterah/> – Дата доступа: 22.10.2022.