

УДК 659.13

Особенности работы электроприводов в троллейбусах

Козловская С.А., Щитникова Ю.С.

Научный руководитель – ст. препод. МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

Самый быстрый вид электрического транспорта для перевозки пассажиров – это метро. Конечно, хорошо иметь дом, где живешь и работу рядом с метро. Но, к сожалению, это бывает далеко не всегда. Поэтому приходится добираться до нужного места на других видах транспорта, в частности на троллейбусах.

Троллейбус – это транспортное средство, которое использует двухпроводную схему питания силового электропривода от внешнего источника (контактной сети). Троллейбусы используют для перевозки людей или грузов.

По сравнению с трамваем троллейбусы более маневренны и создают при движении меньше шума.

Самый первый в мире троллейбус был создан Вернером фон Сименсом в 1882 году.

До конца прошлого века на городском электротранспорте (трамвай, троллейбус, метро) на территории бывшего СССР применялся тяговый электропривод (ТЭД) постоянного тока с релейно-контакторной системой управления (РКСУ).

Конструктивно ТЭД постоянного тока состоит из неподвижной части, цилиндрической или многогранной формы, якоря с коллектором, главных и дополнительных полюсов, щеточным механизмом с медно-графитовыми электрощетками, вентилятора для охлаждения и подшипников. В основном используются троллейбусные ТЭД постоянного тока последовательного или смешанного возбуждения.

Такой привод обладает следующими недостатками:

- Из-за наличия коллекторного щеточного узла, с трущимися контактами приходилось часто его ремонтировать или проводить профилактические работы по его чистке или замене щеток. В сырую и снежную погоду увеличивалось число отказов тяговых двигателей из-за межвитковых замыканий в обмотках статора и вращающегося якоря.
- Обладал низким КПД при торможении, так как, часть энергии не возвращалась в контактную сеть (не было рекуперативного торможения).
- Наличие в тормозной системе реостатов приводило к увеличению потерь на регулирование, особенно при движении на низких скоростях.
- Коммутация во многих переключателях токов до 200 А приводило к обгоранию контактов и требовало частого их обслуживания.
- Из-за большого времени срабатывания токовой защиты она не всегда срабатывала вовремя в аварийных режимах.

Современный электропривод состоит из электрического двигателя, электронного преобразователя электрической энергии, а также системы автоматического управления.

На некоторые модели троллейбусов установлены асинхронные ТЭД переменного тока (АС – *Alternating Current*), которыми управляет тяговый преобразователь переменного тока.

Асинхронные двигатели, применяемые для ТЭД переменного тока имеют рабочее напряжение 400 В АС, содержат короткозамкнутый ротор и трехфазную обмотку статора, соединенную по схеме «звезда». Для контроля частоты вращения и угла поворота они могут иметь два датчика, установленных на валу двигателя.

Для питания ТЭД используется преобразователь.

Преобразователь-инвертор производит преобразование постоянного напряжения, который поступает из контактной сети, в переменное, необходимое для работы электрической машины. Электропривод, работает в большом диапазоне частот и выходных напряжений. Его КПД считается величиной переменной, которая изменяется в диапазоне от 0.93 до 0.98. В настоящее время в троллейбусах используют асинхронные тяговые электродвигатели, которые не имеют коллекторно-щеточного механизма с его недостатками.

В низкопольных троллейбусах для подачи необходимого напряжения на ТЭД применяется транзисторно-импульсная система управления (ТрИСУ) на IGBT-транзисторах, которая по сравнению с другими системами, намного компактнее, легче, не требует постоянного обслуживания.

К ней можно подключить персональный компьютер для проведения диагностики привода и настройки его регулятора. Благодаря ТрИСУ экономится электроэнергия за счет исключения потерь при коммутации и в реостатах при пуске, разгоне и торможении троллейбуса.

Тяговый электропривод предназначен для пуска, регулирования скорости и торможения троллейбуса.

Принцип работы ТрИСУ состоит в следующем. При нажатии на пусковую педаль (контроллер хода) в датчике Холла появляется потенциал напряжения, зависящий от угла наклона педали. Далее сигнал поступает на аналого-цифровой преобразователь, микропроцессорный регулятор тягового контейнера, откуда, в свою очередь, идут команды на платы управления (драйверы) силовыми транзисторами.

Драйверы управляют транзисторами низковольтным заданным напряжением 4–8 В и задают транзисторам определенный режим работы, с помощью которого пропускается нужный ток на ТЭД.

Силовые транзисторы работают в двух состояниях – замкнут или разомкнут на заданный промежуток времени. Таким образом, транзистор может менять среднее значение силы тока, проходящего через него. Такой режим работы транзистора называется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Транзисторы работают на высоких частотах. Это позволяет уменьшить размеры намоточных элементов и вес всего устройства. При электродинамическом торможении ТЭД переходит в режим генератора, и при этом путем противодействия магнитных полей обмотки возбуждения и якоря замедляется вращение якоря, что и тормозит троллейбус. ТрИСУ эффективно обеспечивает электродинамическое торможение до скорости 0,7–1,0 км/ч, т.е., тормозит троллейбус практически до полной остановки.

Для регулирования скорости вращения асинхронного двигателя необходимо рассмотреть магнитный поток ротора в координатах вращающегося поля статора, раскладывая его на две составляющие – намагничивания и момента. Микроконтроллер занимается раздельно регулированием этих составляющих, в зависимости от того, на какую педаль мы нажмем – скорости или тормоза. Сам метод называется «управление вектором потока».

Для повышения эффективности работы троллейбусов, т.е. уменьшения общей потребляемой электроэнергии и повышения конкурентоспособности, все современные ТрИСУ имеют функцию рекуперации; соответственно, происходит возвращение той электрической энергии, которая вырабатывается ТЭД при торможении, в контактную сеть. Переход с рекуперативного торможения на реостатное, и наоборот, происходит автоматически.

Большая часть элементов ТрИСУ размещена на крыше троллейбуса. Для предотвращения появления опасной ситуации для пассажиров в дверях троллейбуса и работы самого троллейбуса (например, неисправна система торможения) имеется блокировка пуска. На отечественных троллейбусах применяются комплекты тягового оборудования различных производителей, в том числе *Cegelec* (Чехия), *Enika* (Польша), «Этон» (Беларусь), «Арс-Терм», «Чергос», «Эпро» (Россия).

При применении транзисторных преобразователей для управления тяговыми двигателями снижаются эксплуатационные расходы, связанные как с техническим обслуживанием системы управления, так и с экономией электроэнергии, которая потребляется тяговым электроприводом, примерно на 40%.

Литература

1. <http://elprivod.nmu.org.ua/ru/entrant/electricdrive.php>
2. http://eltroll.ru/Stat_1.php
3. http://eltroll.ru/MAZ_ETON_E6.php
4. <http://naukatehnika.com/sovremennyij-trollejbus.html>