

УДК 621.3

Электрификация транспорта – энергоэффективность и экологичность

Кушнер Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ПЕТРУША Ю.С.

Электротранспорт - вид транспорта, использующий в качестве источника энергии электричество, а в приводе используется тяговый электродвигатель (ТЭД). Основное отличие ТЭД от обычных электродвигателей большой мощности заключается в условиях монтажа двигателей и ограниченном месте для их размещения. Также в отличие от электродвигателей общего назначения ТЭД работают в самых разнообразных режимах (кратковременный, повторно-кратковременных с частыми пусками), сопровождающихся широким изменением частоты вращения ротора и нагрузки по току.

Известно много различных видов электротранспорта: троллейбусы, метро, ж/д транспорт, электробусы, электромобили и т.д. и все они имеют преимущества и недостатки. Электроэнергия для троллейбуса стоит почти в 2 раза дешевле, чем дизельное топливо для автобуса. Также троллейбус дешевле в эксплуатации, чем автобус и более экологичен. Сейчас постепенно тестируют электробусы, по сути, это троллейбусы, которым, однако, не требуется постоянная подача тока. Такой вид общественного транспорта подзаряжается в течение нескольких минут от контактной сети, а затем использует этот заряд при движении по маршруту, и его эффективность выше чем у троллейбуса примерно на 20%.

Троллейбус – безрельсовое механическое транспортное средство контактного типа, получающее электрический ток от внешнего источника питания (от центральных электрических станций) через двухпроводную контактную сеть с помощью штангового токоприёмника. Тяговые подстанции осуществляют преобразование поступающего из энергосистемы переменного тока в постоянный напряжением 600 В. Контактная сеть троллейбуса разделена на ряд сегментов, изолированных друг от друга при помощи секционных изоляторов. Каждый сегмент подключается к одной или нескольким тяговым подстанциям посредством подземных или воздушных фидерных линий. Контактная сеть троллейбуса двухпроводная в отличие от контактной сети трамвая, где в качестве провода используются рельсы. В троллейбусах используется в основном штанговый токоприёмник. Штанговый токоприёмник – тип токоприёмника, представляющий собой в рабочем состоянии направленную вверх штангу, соединяющую троллейбус с проводами воздушной контактной посредством токосъёмной головки со сменной контактной вставкой. Чтобы троллейбус пошёл в нужном направлении, необходимо туда же направить обе её штанги, эту функцию выполняет троллейбусная стрелка, состоящая из двух половин, установленных на проводах контактной сети. Поскольку диапазон частоты вращения двигателя достаточно велик необходимо специальное устройство для регулирования тока, протекающего через двигатель. Существуют несколько хорошо отработанных принципов построения таких устройств (систем управления).

- Реостатно - контакторная система управления (РКСУ).
- Тиристорно – импульсная система управления (ТИСУ).
- Транзисторная система управления с асинхронным двигателем.

Ещё одним видом электрифицированного транспорта является метро. Электроэнергия для питания поездов метро поступает через тяговую сеть. При этом токосъём может осуществляться от контактного рельса или от контактного провода. Наибольшее распространение получил способ подвода энергии к поезду через третий, так называемый, контактный рельс, проложенный сбоку вдоль основного рельсового пути на некоторой высоте от него. Нагонный токоприёмник, расположенный на тележке моторных вагонов и скользящий при движении по третьему рельсу, прижимается к нему снизу пружинами и снимает ток высокого напряжения. На всем протяжении контактный рельс должен быть закрыт электроизоляционным коробом таким образом, чтобы оставался доступ для токоприёмника лишь снизу. Для электроснабжения метрополитенов до настоящего времени

используется только система постоянного тока напряжением 600...1000 В. Для тягового электропривода поездов метро используются двигатели постоянного тока. Мощность тяговых электродвигателей поездов метрополитена составляет 100 кВт.

Ещё одним видом электротранспорта, получающим всю большую популярность в мире, является электромобиль. Давайте рассмотрим технологию на основе электромобиля Tesla Model S. В основе автомобиля лежит асинхронный или индукционный двигатель. В индукционном двигателе ротор вращается несколько медленней электромагнитного поля. Скорость асинхронного двигателя зависит от частоты переменного тока, таким образом изменяя частоту тока в источнике питания мы можем изменить скорость вращения ведущих колёс. Это позволяет контролировать скорость электромобиля. Скорость двигателя может варьироваться от 0 до 18000 об/мин.

Аккумулятор питает асинхронный двигатель. Аккумулятор вырабатывает мощность постоянного тока, поэтому перед подачей питания на двигатель он должен быть преобразован в переменный. Для этого используется инвертор, это электронное устройство управляет частотой переменного тока, а следовательно и скоростью двигателя. Инвертор может изменять амплитуду переменного тока, которая в свою очередь будет задавать выходную мощность двигателя. Аккумуляторная батарея – это набор литий-ионных элементов. Элементы объединены в блоки и соединены параллельно, чтобы обеспечить мощность необходимую для запуска электромобиля. В батарейном блоке 16 модулей, состоящих из 7000 элементов. Мощность, производимая двигателем, передаётся на ведущие колёса через коробку передач. Используется одноступенчатая коробка передач. Для перехода к задней передаче необходимо изменить чередование фаз в двигателе. Возждение можно производить с помощью одной педали, всё из-за мощной рекуперативной тормозной системы. Такая система позволяет экономить огромную кинетическую энергию в виде электричества, не теряя её в форме выделяемого тепла. Как только нажать педаль акселератора включается рекуперативное торможение, а асинхронный двигатель может работать как генератор, для этого нужно, чтобы скорость ротора стала выше скорости электромагнитного поля. Сгенерированный переизбыток электричества может быть после его преобразования сохранён в аккумуляторной батарее. Во время этого процесса на ротор действует противоэлектродвижущая сила, поэтому ведущие и автомобиль будут замедляться.

Преимущества электромобиля: тяговые электродвигатели имеют КПД до 90-95 % по сравнению с 22-42% у ДВС; более высокая экологичность, ввиду отсутствия необходимости применения нефтяного топлива, антифризов, моторных масел, а также фильтров для этих жидкостей; простота конструкции; меньший шум за счёт меньшего количества движимых частей и механических передач; возможность торможения самим электродвигателем; массовое применение электромобилей смогло бы помочь в решении проблемы «энергетического пика» за счёт подзарядки аккумулятора в ночное время.

Недостатки электромобиля: аккумуляторы так и не достигли плотности энергии и стоимости, сопоставимой с горючим топливом; длительное время зарядки аккумуляторов по сравнению с заправкой топливом; малый пробег большинства электромобилей на одной зарядке; мощность, вырабатываемая всеми современными электростанциями, значительно меньше, чем мощность всех современных автомобилей, вырабатываемой энергии не хватит на одновременную зарядку очень большого количества электромобилей.

Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электротранспорт>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Троллейбус>
3. Бабулин А.С., Пронин В.А., Фёдоров Е.А., Кудринская К.И. Организация поездов и работа станций метрополитена - Москва, 1981.