

УДК 659.13

Возможности по расстоянию проезда и времени зарядки накопителей электробусов

Лапуть А.С., Стрелец А.В.

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

Электротранспорт заслуженно пользуется большой популярностью во всем мире. Но у некоторых его видов есть определенные недостатки.

Время от времени можно наблюдать за стоящими друг за другом трамваями и троллейбусами из-за отсутствия возможности движения. Стоит испортиться или попасть в аварию хоть одному трамваю, и он парализует движение многих, следующих за ним других трамваев. С троллейбусами немного проще – при неисправности, неисправный троллейбус просто отключается от линии, но при обрыве провода или отсутствию электричества многие останутся. Это может привести к опозданию многих людей на работу или учебу и срыву производственных и учебных планов.

Чтобы уменьшить вероятность этих событий был и создан электробус.

Электробус (электрический автобус) – это автономное безрельсовое механическое транспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров, движимое с помощью тягового электропривода, электрическая энергия для которого запасается и хранится на борту в накопителе.

В качестве накопителя и источника электроэнергии для работы электробуса в «классическом» варианте, чаще всего, используется тяговая аккумуляторная батарея (ТАБ), изготовленные по различным технологиям.

Так в недавно разработанном электробусе ЛиАЗ-6274, выполненным на базе ЛиАЗ-5292, для «Мосгортранса», используется блок литий-ионных (*Li-Ion*) батарей, способных обеспечить движение электробусу на расстояние до 280 км. От сети 380 В процесс зарядки аккумуляторов занимает около 5,5 ч. Асинхронный двигатель, используемый в этом автобусе мощностью 180 кВт с силовым *IGBT*-преобразователем с функцией рекуперации при электродинамическом торможении позволяет вернуть в аккумулятор до 30% энергии, потраченной на разгон.

Литий-ионный аккумулятор, который используется в новом электробусе «Тролза-52501», испытываемом в Ярославле, способен обеспечить запас хода 120 км, время заряда накопителей при наличии внешнего зарядного устройства – 3 ч.

На дорогах Подмосковья начал эксплуатироваться новый электробус Камаз-6282. В качестве накопителей в нем используются литий-титанатные (*LTO*) аккумуляторы суммарной энергоемкостью 105,6 кВт·ч, которые выдерживают более 10000 циклов зарядки. От одной зарядки он может проехать 2 рейса длительной 30 км, со скоростью до 75 км/ч, при максимальном запасе хода – 100 км, и затем, с 35% запасом емкости батареи, возвращается в парк для подзарядки. Зарядка может осуществляться, как от обычной трехфазной сети, так и специальной, разработанной для него станции. Время зарядки составляет 6-30 мин, которое зависит от возможностей станции.

Американский сочлененный городской 18-метровый низкопольный (высота уровня пола 360 мм) электробус *Lancaster eBus* рассчитан на перевозку 120 пассажиров. Машина снабжена двумя электродвигателями мощностью 120 кВт каждый (крутящий момент Н·м), блоком из 59 литий-железо-фосфатных (*LiFePO4*) АКБ и фотогальваническими солнечными элементами на крыше автобуса. Электробус способен проехать с одной зарядки более 270 км, после чего для подзарядки потребуется от 2 до 4 часов. Зарядка производится фирменной высоковольтной 600-кВт системой *Energy Storage Stations*, которая входит в комплектацию автобуса. Максимальная скорость электробуса – 60 км/ч.

В 2015 году появился первый в мире туристский электробус *BYD C9*. Этот 12-метровый 47-местный электробус оборудован двумя синхронными бесщёточными электродвигателями *BYD-TUC180A* переменного тока мощностью 180 кВт, выдающими крутящий момент 1500

Н.м. Такой привод в состоянии разогнать машину до максимальной скорости 101 км/ч. Для привода электромоторов используются *LiFePO4* батареи суммарной ёмкостью 365 А·ч, благодаря которым электробус может проехать расстояние в 300 км. Процесс зарядки длится менее 2 часов, благодаря высоковольтной зарядной системе *Energy Storage Stations*.

Увеличение пробега от одной зарядки можно достичь за счет увеличения ёмкости батарей, благодаря новым технологиям их изготовления, уменьшающим их массу.

Американский автобус *Catalyst*, оснащён электросистемой *UQM PowerPhase*, которая включает электродвигатель мощностью 220 кВт, блоком *Li-Ion* батарей *Catalyst XR* ёмкостью от 129 до 321 А·ч и устройством быстрой перезарядки *Catalyst FC*.

В 13-метровом электробусе *Proterra Catalyst* может быть 77 человек, мест для сидения – 40 шт. С одной зарядки эта машина может преодолеть 288 км пути. При этом наличие рекуперативной системы позволяет преобразовать 90% кинетической энергии торможения в электрическую энергию, заряжающую аккумулятор.

Американский автобус *e-PATRIOT* оснащён полным электроприводом. Он может перевозить 16 пассажиров на небольшие расстояния. В нем используется электромотор мощностью 200 кВт со встроенной системой рекуперации, а также блок *Li-Ion* батарей *Tesla Motors* с прогнозируемым сроком службы 8–10 лет. Запас хода составляет до 160 км. Высоковольтное устройство ускоренной зарядки позволит сократить время «загрузки» АКБ до 2 часов. Максимальная скорость – 100 км / ч.

Итак, можно сделать вывод, что применение аккумуляторов, в качестве накопителей электроэнергии, имеет один существенный недостаток – это сравнительно длительное время зарядки АКБ. Обычно более 2 ч.

Устранить этот недостаток удалось благодаря применению в качестве накопителя электроэнергии ионистора, который может быть размещен в заднем отсеке электробуса.

Ионисторы тем отличаются от конденсаторов, что их конструкция не предполагает использование диэлектрика между электродами, при изготовлении последних подбираются вещества, с противоположным потенциалом заряда. Суперконденсаторы сделаны из высокоэффективного углерода и способны выдержать до миллиона циклов зарядки.

Отметим, что электробусы с суперконденсаторами с 2005 года применяются в Китае. Такие машины эксплуатируются на маршрутах Шанхая с 2005 года. Запас хода шанхайских электробусов составляет порядка 11 км, для зарядки конденсаторов им требуется 30 секунд. Имеются сейчас в Китае разработки городских электробусов с зарядкой конденсаторов всего 5 с, она производится на остановках на специальных подстанциях, запас хода в них составляет 5 км.

Электробус *E433 Vitovt Max Electro "Белкоммунмаш"*, сочетающей в себе возможности троллейбуса и автобуса одновременно, имеет вместимость 153 человека, места для сидений 38 шт. Электробус едет практически бесшумно с плавным нарастанием скорости и торможения. Во время поездки можно даже зарядить мобильный телефон: салон оборудован розетками и разъемами USB. Автономность хода до 15 км. Он может ехать, используя токоприемники и без них. Максимальная скорость – 60 км/ч. Тяговый двигатель – электрический мощностью 210 кВт. Благодаря имеющейся дизель-генераторной установке *Kirch* мощностью 100 кВт электробус способен проехать до 300 км без контактной сети с максимальной скоростью до 50 км/ч. Емкость бака для топлива – 120 л.

Заряжаются его накопители (ионисторы) на специальных подстанциях, при остатке 30% – 5 минут или могут подзарядиться от контактной сети во время движения, находясь рядом с ней.

Сейчас становится понятно, что использование в электробусах в качестве накопителей ионисторов выгодно в больших городах со сравнительно малым расстоянием между зарядными подстанциями (10-15 км). По сравнению с аккумуляторами, ионисторы выдерживают гораздо большее количество зарядов, со временем у них не падает емкость и они могут работать в широком диапазоне температур окружающей среды (–40–+40) градусов

Цельсия. Электробусы, в качестве накопителей в которых используются аккумуляторы, выгодно использовать в междугородних и туристических маршрутах.

Длительность хода электробусов от одной зарядки все время возрастает. Так китайский электробус *Zonda YCK6128HEC* может проехать до 500 км, с максимальной скоростью 110 км/ч.

Во многих странах использование независимого друг от друга электротранспорта ограничивается их большой стоимостью, длительности заряда накопителей и недостаточным количеством зарядных подстанций. Быстрая зарядка ионисторных батарей невозможна от простых розеток, т.к. номинальный ток заряда в них может составлять 250-400 А, а максимальный 800 А. Поэтому для них требуются специальные зарядные станции.

Применение электробусов в странах, которые способны вырабатывать сравнительно дешевую электрическую энергию, за счет применения атомных станций и солнечных батарей, позволит существенно сэкономить денежные средства и улучшить экологическую обстановку в них.

Литература

1. <http://www.gruzovikpress.ru/>