

«женщина за рулём»; нашим гражданам не в диковинку встречать на улицах людей на электросамокатах, спешащих на работу, молодёжь, катающуюся по парку или набережной на сигвеях или моноколёсах, люди привыкли замечать стремительный рост количества и бешеную популярность этого транспорта, что, изучив все «за» и «против» принимают решение «пересесть» на него самостоятельно. Этот факт, на мой взгляд, как ничто лучше, доказывает, что современный транспорт «по карману» нашим гражданам, что они приобретают его, не ради аудитории на той или иной социальной площадке, а ради своего комфорта, ради своего удобства, ради экономии собственного времени и средств.)

Неоспоримым достоинством является экологичность автомобилей, о которой нет смысла говорить долго: каждый отдаёт себе отчёт в каком ужасном состоянии находится сейчас окружающий мир, и мы всё ещё в силах помочь ему, банально используя те виды транспорта, которые перестанут «выплёвываться» в атмосферу продукты переработки.

Заговорив о практичности, упомяну, что имею в виду не только простоту и надёжность конструкции, но и малый размер приводов, благодаря чему появляется уникальная возможность создать автомобиль, да и транспорт вообще, с более компактными габаритами. Низкая скорость разрядки – отрада для современного человека, ведь когда каждая минута на счету, такие неприятности, как разряженный аккумулятор совсем не к стати. Благо, что современные аккумуляторы позволяют человеку практически не нуждаться в зарядке несколько раз в день, иногда достаточно поставить аккумулятор подзарядиться на ночь и целый день быть уверенным в своём транспортном средстве. Но даже при возникновении такой проблемы, как недостаточный уровень заряда батареи, не стоит поддаваться панике, ведь на сегодняшний день на многих заправках, стоянках у гипермаркетов находятся зарядные станции с огромными привлекательными вывесками, которые уж точно не позволят им остаться незамеченными.

Изучив вопрос современного электрического транспорта, могу лишь с полной уверенностью сказать, что не прочь не только опробовать некоторые его виды, но и приобрести некоторые единицы. Потому что я считаю, что в нашей стране электротранспорт «приживётся», что можно наблюдать уже и сегодня. Ведь все прекрасно знают, что в скором будущем Беларусь будет счастливой обладательницей собственной АЭС, а значит смело можно пополнять свою квартиру или дом транспортом будущего, ведь проблем с его использования навряд ли стоит опасаться, в силу того, что их попросту не будет!

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Овечников, Е. В. Городской транспорт / Е.В. Овечников, М.С. Фишельсон. – М.: Высшая школа, 1976. – 352 с

2 Бойков В.П. Городской электрический транспорт. Курсовое и дипломное проектирование: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-37 01 05 «Городской электрический транспорт» / В.П. Бойков [и др.]. – Минск: БНТУ, 2010. – 391 с.; вкл.

3 Официальный сайт компании ООО «Сигвей-Сервис» [Электронный ресурс], режим доступа <https://segway-service.ru/articles/raznoobrazie-elektrotransporta/>, дата доступа - 13.03.2020.

4 Академик [Электронный ресурс], режим доступа <https://biograf.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1209221>, дата доступа - 12.02.2020

5 Коссой Ю.М. Современная проблематика городского транспорта (Экономическая теория, методологические подходы, реалии хозяйствования). Монография. -Н.Новгород: ННГАСУ, 2004. – С. 3.

УДК 629.1.02

#### ЭЛЕКТРОБУС. ПИТАНИЕ ТРАНСПОРТА НА БАТАРЕЙКАХ

*Купрейчик Н.А., преподаватель*

*Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”*

В статье приводится информация о перспективном направлении развития городского электрического транспорта – электробусе. Приведены варианты питания и сравнение их эффективности для данного типа подвижного состава. Обозначены перспективы развития.

Введение. Современные технологии и ускоренный ритм жизни является основоположником изменений в городском трафике. Ежеминутно миллионы людей пользуются общественным электрическим транспортом. Одним из основных направлений развития городского электрического транспорта является внедрение использования электробусов.

Основная часть. Электробус – это безрельсовое механическое транспортное средство с электроприводом. Что примечательно, питание электробусу может подаваться по контактным проводам как и у троллейбуса или быть на транспортном средстве в виде конденсаторов или аккумуляторов. Такой вид транспорта имеет ряд преимуществ перед рельсовым или контактным видом транспортных средств, а именно:

- электробусы могут преодолевать препятствие на дороге путем его объезда в то время как троллейбусы/ трамваи привязаны к контактной сети или рельсам;
- электробусы могут выезжать по любому маршруту следования;

- отсутствие электросетей делает городские улицы более приятными для взгляда;
- при изменении направления движения троллейбусы/трамваи должны снизить скорость чтобы привести в действие серийные и шунтовые контакты, что в свою очередь влияет на изменение скорости движения потока, а электробусы двигаются без таких технических задержек.

Для питания электробуса используют суперконденсаторы или аккумуляторы (перезаряжаемые батареи). Заряжать электробус можно тремя разными способами: долгой ночной зарядкой, быстрой зарядкой на конечных станциях и экспресс-зарядкой на остановках.

Суперконденсаторы – это электрохимические конденсаторы, которые имеют быструю скорость зарядки и высокую долговечность. [1]. Однако, использование их на электробусах ограничивается в виду малого заряда, который они могут накопить. Использование суперконденсаторов на электробусах автоматически добавляет необходимость зарядных станций через пару километров, что уже затратно и убирает достоинство от автономности такого вида транспорта, но процесс заряда происходит на несколько секунд и это не тормозит движение потока (пока происходит посадка пассажиров, электробус получит энергию для дальнейшего движения).

Аккумуляторы получили широкое распространение в многих сферах автомобилестроения, электроники и других. Литий ионные аккумуляторы используют в качестве источника энергии для электромобилей и бытовой техники [2]. Преимущества использования такого типа источника энергии в низкой саморазрядке, высоком токе работы и высокой емкости. Необходимо отметить, что литий ионные аккумуляторы в зависимости от химического состава компонентов подразделяются на несколько групп.

Аккумуляторы на оксиде лития-кобальта ( $\text{LiCoO}_2$ ). Имеют низкую стоимость и высокую емкость, но такой аккумулятор имеет ограниченное число зарядов и при отрицательных температурах не работает. Электробусы с аккумулятором на оксиде лития-кобальта имеют невысокую стоимость, но работать такой вид транспорта сможет только на коротких расстояниях и в определенных погодных условиях.

Литий-марганцевый аккумулятор ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) на технике может применяться только с литий-никель-марганец-кобальт-оксидные батареями потому что у первых срок службы маленький, а вторых ток заряда. Но при работе вместе позволяет получить высокую емкость заряда и высокий ток отдачи. Однако, так же как и аккумуляторы на оксиде лития – кобальта, они имеют ограничения использования из-за температуры.

Литий-титанатные аккумуляторы – это один из видов литий ионных аккумуляторов в которых вместо графита в качестве анода применяется пентатитанат лития. Замена графита позволила увеличить эффективную площадь анода с  $3 \text{ м}^2/\text{г}$  до  $100 \text{ м}^2/\text{г}$ , что в лучшую сторону влияет на скорость зарядки ячейки и ток разряда. Литий-титанатные батареи стабильно отдают ток в десять раз превышающий их ёмкость, и в тридцать раз при импульсных нагрузках. LTO-батареи пожаробезопасны, при разгерметизации они нагревают до 70 градусов и остывают, перегрев им также не страшен. На холоде элемент почти не теряет эффективность — при температуре  $-30$  градусов ёмкость литий-титанатной ячейки понижается до 80% от номинала [3]. Однако у литий титанатных аккумулятор есть и свои недостатки, а именно их небольшая емкость. Чтобы обеспечить емкость одного литий – кобальтного аккумулятора необходимо два-три литий-титанатных аккумулятора, что вовсе не экономит место для размещения данных элементов. Так же номинальное напряжение ячейки равно всего 2,4 В у литий – титанатных против 3,6 В у литий-кобальтовых. Разница в цене между двумя типами выше представленных аккумуляторов достигает 3 раза, что увеличивает стоимость электробусов. Однако, литий – титанатные аккумуляторы являются наиболее оптимальными для использования их на электробусах. Такой минус как место для размещения легко решается при грамотном размещении электрического оборудования, а стоимость окупается из-за отсутствия необходимости постоянных замен аккумулятора в виду его недолговечности.

Электробусы с литий – титанатными аккумуляторами восстанавливают большую часть энергии за несколько минут. Чтобы обеспечить движение электробуса по заданному маршруту, то необходимо поставить на его пути всего несколько зарядных станции ( в конце и начале маршрута).

Ночная зарядка электробусов возможно с одним из вариантов другого вида заряда, так как для осуществления одной ночной зарядки необходима большая емкость конденсаторов или батареи.

Заключение. Как видно из всего вышеперечисленного электробус – достаточно перспективных вид транспортного средства. Согласно отчёту исследовательской организации BloombergNEF в 2018 году во всём мире парк электробусов насчитывал почти 425 000 машин. Из них примерно 421 000 только в одном Китае. В Европе насчитывалось около 2 250 единиц и около 300 — в США. Этот год продемонстрировал 32% рост парка электробусов по всему миру.

По прогнозу, данному в отчёте BloombergNEF, к 2025 году парк муниципальных электробусов в Китае может превысить 600 000 единиц, в Европе — 12 000, в США — 4700, в Индии — 3700 и более 9000 по всему остальному миру[4].

Существует как минимум два пути развития системы питания транспорта на батарейках. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Ежегодно происходит конструктивное и технологическое совершенствование как суперконденсаторов так и аккумуляторов, поэтому совсем не исключено, что через

пару лет лидирующие позиции питания электробуса будет занимать не литий – титанатные батареи, а уже совсем другой вид питания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Electrosam.ru [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/superkondensatory/>
2. Electrosam.ru [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/litii-ionnye-akkumulyatory/>
3. Habr.com [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа: <https://m.habr.com/ru/company/toshibarus/blog/426623/>
4. Wikipedia [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%81>
5. Хрусталеv, Д.А. Аккумуляторы / Д.А. Хрусталеv; под редакцией М.Д. Зверев. — М.: Изумруд, 2003. — 224 с.

#### УДК 629.1.02

### ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ МИНСКА ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

*Пинчук М.Н., Метлицкая О.А., преподаватели  
Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”*

В статье приводится исторический обзор городского электрического транспорта города Минска. Приведен анализ современного состояния отрасли. Обозначены основные проблемы и краткий прогноз развития транспорта на ближайшую перспективу.

Введение. На пути своего развития городской электрический транспорт находится в постоянном поиске наиболее оптимальных технических решений задач по перевозке пассажиров. Среди них: повышение безопасности, комфорта, скорости перевозки, экономической целесообразности, выпуск на линию достаточного количества транспортных средств и т.д.

Основная часть. Предшественником электрического транспорта некоторое время являлась конка (трамвайные линии, использовавшие в качестве тяговой силы лошадей). Однако при эксплуатации животных было очень много недостатков (лошади могли работать по 4-5 часов в день, наличие кучера, конюшен и т.д.), что не могло оставить данный вид транспорта без изменений.

В октябре 1929 г. в Минске была пущена первая очередь электрифицированного трамвая, соединившая Комаровку с товарной станцией. Минчане получили удобный и дешевый вид транспорта.

Одновременно с расширением пути проводилась реконструкция трамвая. Концевые тупики были заменены поворотными кольцами, что позволило пустить в эксплуатацию прицепные вагоны, что позволило увеличить пассажиропоток.

Первый троллейбус (модель МТБ-82Б) в Минске вышел на городской маршрут 19 сентября 1952 году по линии «Железнодорожный вокзал — Круглая площадь». На момент появления МТБ-82 был классическим троллейбусом в своём классе и за исключением цельнометаллического кузова не имел сколь-нибудь заметных новшеств в своей конструкции. С другой стороны, применение проверенных многолетней практикой технических решений и отсутствие экономии на материалах позволили получить исключительно простую и надёжную машину. Список недостатков МТБ-82 был значительно более объёмным, причём это касалось как работы водителя, так и комфорта пассажиров. Рамная конструкция вместе с кузовом обладала большой массой. Усилитель рулевого управления на МТБ-82 отсутствовал, что требовало от водителя большой физической силы и выносливости. Также водитель был обязан чётко выполнять временную последовательность включения пусковых сопротивлений при разгоне. Хотя система управления имела защиту от неправильного их включения, но каждая позиция контроллера имела определённое предельное время включения. Его превышение было чревато перегревом и сгоранием пускотормозных сопротивлений. Постоянное изменение позиций контроллера при разгоне-торможении не лучшим образом сказывалось на утомляемости водителя. Поэтому внедрение автоматического сервоуправления при коммутации пускотормозных сопротивлений было одним из самых важных требований к следующему поколению троллейбусов. В зимнее время непропорционально большая кабина водителя плохо отапливалась. Комфорта у пассажиров при поездке на МТБ-82 практически не было. Очень узкие двери и отсутствие передней накопительной площадки затрудняли вход и выход, провоз габаритного багажа или детской коляски. Проход между двухрядными сиденьями в середине салона был неширок, а сами сиденья располагались весьма близко друг к другу. Низкие окна затрудняли обзор стоящим пассажирам (а при