

3 Проектирование источников питания электронной аппаратуры: учебное пособие / О.К.Березин, В.Г.Костиков, Е.М.Парфенов и др.: под ред. В.А.Шахнова. – 4 изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2010. – 536 с.

4 Фираго Б.И. Теория электропривода: Учеб. пособие / Б.И.Фираго, Л.Б.Павлячик. – 2-е изд. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 585 с.

УДК 658.012.011

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОБУСОВ МАРКИ VITOVT ELECTRO E420, VITOVT MAX ELECTRO E433**

*Учащийся группы 32Г4б Якович А.О.,  
преподаватель Голованова Н.В.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Введение.** Вопросы модернизации электробусов компании ОАО «Белкоммунмаш» весьма актуальны. В данной работе рассмотрены конструкции и возможности электробусов моделей VITOVT ELECTRO E420 и VITOVT MAX ELECTRO E433 используемых в настоящее время и система аккумуляторных блоков модели электромашины Tesla model S.

**Основная часть.** Городской электрический транспорт – самое распространенное средство перемещения на небольшие расстояния внутри больших городов.

Электробус (электрический автобус) — автономное безрельсовое механическое транспортное средство общего пользования, предназначенное для перевозки по дорогам людей и движущееся по установленному маршруту при помощи тягового электропривода, энергия для которого запасается на борту в накопителе.

Электробус является инновационным пассажирским транспортным средством. Одновременно объединяет в себе преимущества троллейбуса и автобуса и исключает их недостатки.

В данный момент ОАО «Управляющая компания холдинга «БЕЛКОММУНМАШ» выпускает два вида электробусов:

1. Электробус модели VITOVT ELECTRO E420 (рисунок – 1)

Электробус отличается ультрасовременным дизайном, актуальной компоновкой кузова,

высоким уровнем комфорта салона и кабины водителя.

Оснащен системой накопителей электроэнергии на базе суперконденсаторов, позволяющей обеспечить движение электробуса по маршруту с быстрой зарядкой на конечных остановочных пунктах.

Оснащен пневмоподвеской для улучшения проходимости и обеспечения удобства при посадке/высадке пассажиров с ограниченной мобильностью (рисунок 1).



Рисунок - 1 Электробус модели VITOVТ ELECTRO E420

## 2. Электробус модели VITOVТ MAX ELECTRO E433(рисунок 2)

Электробус является инновационным пассажирским транспортным средством. Одновременно объединяет в себе преимущества троллейбуса и автобуса и исключает их недостатки. Трехосный низкопольный сочлененный с приводом на задний мост, оборудован системой накопителей электроэнергии на базе суперконденсаторов, с коротким запасом хода и зарядкой на конечных остановочных пунктах.

Отличается повышенной комфортностью и удобством проезда для всех категорий пассажиров, в том числе и для лиц с ограниченной мобильностью. Рассчитан на эксплуатацию при рабочих значениях температуры окружающей среды от  $-40$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  (рисунок 2).



Рисунок 2 - Электробус модели VITOVT MAX ELECTRO E433

Об электробусах известно, что они заряжаются за 5 минут, после чего могут проехать 12 километров. То есть машина будет работать по принципу «от остановки к остановке»: заряжаться на остановке или диспетчерской станции, потом отправляться по маршруту, после приезда на следующую остановку или на конечную вновь подключаться к источнику питания. Для быстрой зарядки предусмотрена конструкция на крыше (полупантограф), которая совмещается с контактом, вмонтированным в павильон остановки.

На сегодняшний день, недостатками такого вида городского электрического транспорта как электробус являются:

1. Для массового использования электробусов необходимо создание сети зарядных станций для проводной или беспроводной зарядки аккумуляторов. Однако в отличие от АЗС, расположение которых строго регламентировано в виду их огнеопасности, зарядные станции для электротранспорта не имеют таких ограничений.

2. Стоимость электробусов все еще достаточно высока.

3. Сравнительно небольшой запас хода, о чем говорилось выше.

Исходя из выше перечисленного, первой и самой главной модернизацией данного транспорта является замена аккумуляторных блоков (батарей) на аккумуляторные блоки электромобиля 'Tesla model S'.

Так как в электробусах, которых выпускает «Белкоммунмаш» установлены аккумуляторные батареи с эффективным запасом энергии 20 кВт/ч (модель VITOVT ELECTRO E420) и 34 кВт/ч (модель VITORVT MAX ELECTRO E433) с зарядным током 250 А для первого, 400 А для второго, аккумуляторный блок электромобиля Tesla обладает ёмкостью 85 кВт/ч, чего хватает на 426 км, когда электробус способен проехать в автономном режиме всего лишь 12 км.

Данная модернизация открывает возможность избежать строительство

проблемной сети для проводной или беспроводной зарядки, так как запаса эффективной мощности этого аккумулятора хватит на работу электробуса в автономном режиме круглый день, если взять город Минск.

Так же, данная модернизация позволяет использовать Электробусы не только внутри города, но и к пригородным населенным пунктам, так как нужда в зарядке отпадёт. Это сэкономит время, а этот ресурс крайне важен в городском электрическом транспорте.

Модель электромобиля Tesla model S использует Литий-ионный аккумулятор. тип электрического аккумулятора, который широко распространён в современной технике и находит своё применение в качестве источника энергии в электромобилях и накопителях энергии в энергетических системах.

Характеристики литий-ионных аккумуляторов зависят от химического состава составляющих компонентов и варьируются в следующих пределах:

- напряжение единичного элемента:
- максимальное: 4,2 В;
- минимальное: 3,0 В;
- удельная энергоёмкость: 110 ... 243 Втч/кг;
- внутреннее сопротивление: 5 ... 15 мОм/Ач;
- число циклов заряд/разряд до снижения ёмкости до 80%: 600;
- время быстрого заряда: 1 час;
- саморазряд зависит от температуры хранения и степени заряда. При температуре 25 °С и заряде 100%  $\approx$  1,6 % в месяц;
- ток нагрузки относительно ёмкости С представленной в Ач:
- постоянный: до 5С;
- импульсный: до 50С;
- оптимальный: до 1С;
- диапазон рабочих температур: от -20 °С до +60 °С (наиболее оптимальная +20 °С);

Первоначально в качестве отрицательных пластин применялся металлический литий, затем — каменноугольный кокс. В дальнейшем стал применяться графит. Применение оксидов кобальта позволяет аккумуляторам работать при значительно более низких температурах, повышает количество циклов разряда/заряда одного аккумулятора. Распространение литий-железо-фосфатных аккумуляторов обусловлено их относительно низкой стоимостью. Литий-ионные аккумуляторы применяются в комплекте с системой контроля и управления — СКУ или BMS (battery management system), — и специальным устройством заряда/разряда.

В настоящее время в массовом производстве литий-ионных аккумуляторов используются три класса катодных материалов:

- кобальтат лития  $\text{LiCoO}_2$  и твёрдые растворы на основе изоструктурного ему никелата лития

- литий-марганцевая шпинель  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$

- литий-феррофосфат  $\text{LiFePO}_4$ .

Электрохимические схемы литий-ионных аккумуляторов:

- литий-кобальтовые  $\text{LiCoO}_2 + 6\text{C} \rightarrow \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{LiC}_6$

- литий-ферро-фосфатные  $\text{LiFePO}_4 + 6\text{C} \rightarrow \text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + \text{LiC}_6$

Благодаря низкому саморазряду и большому количеству циклов заряда/разряда, Li-ion-аккумуляторы наиболее предпочтительны для применения в альтернативной энергетике. При этом, помимо системы СКУ они укомплектовываются инверторами (преобразователи напряжения).

Исходя из выше перечисленного можно выделить главные преимущества данных аккумуляторов:

1. Высокая энергетическая плотность (ёмкость)
2. Низкий саморазряд
3. Не требуют обслуживания.

**Заключение.** Анализируя информацию для модернизации зарядных аккумуляторов для электробусов предлагаем:

- заменить зарядные устройства и аккумуляторы, используемые на сегодняшнее время на аккумуляторы технологии модели электромобиля Tesla model S. Это способствует увеличению объёма заряда аккумуляторной батареи, исключение не удобных сетей зарядных устройств по всему городу, повышение работоспособности за счет увеличения проходимого расстояния без дополнительной зарядки в автономном режиме.

- установка дополнительного оборудования для контроля за температурой в аккумуляторном блоке. Что позволит следить за температурой, во избежания несчастных случаев, взрывов и других аварий вызванных повышением температуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1 А. Г. Ходасевич. Автоэлектроника. Зарядные устройства: справочник / А. Г. Ходасевич ; Ходасевич Т. И. – М. : Машиностроение, 2012. – 435 с.

2 Данец, В.А. Аккумуляторные батареи / В.А. Малиновский. 2001. - 300 с.

3 Киров , С.Т. Надежность и долговечность аккумуляторных батарей/ С.Т. Киров. -М.: Техника, 1968. – 437 с.

4 Оберман, З.Т. Аккумуляторные блоки. Кастомная энергетика. Справочник/ К.И. Оберман. -М.: Технологии, 1990. – 336 с.

5 Исследование методов диагностики аккумуляторных батарей/ М.П. Александров [и др.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 379 с.

УДК 629.7

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В АВИАСТРОЕНИИ

*Учащийся группы 38П2б Зайцева Д.А.,  
преподаватель Мошкина А.П.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Введение.** Применение электродвигателей в авиастроении позволяет в будущем использовать для полетов не только источники реактивного топлива, но так же использовать и электрическую энергию. Возможность быстрой подзарядки, появившейся благодаря широкому распространению электромобилей, увеличивает привлекательность использования электрических машин в самолетах.

У электрических агрегатов есть ряд несомненных преимуществ: высокий коэффициент полезного действия — до 95 процентов, компактность, малый вес, простота использования, экологичность, долговечность, создается максимальный показатель крутящего момента на любой отметке скорости, воздушное охлаждение, способны функционировать в режиме генератора, не нужна коробка передач, возможность регенерации энергии торможения и т. д. Существенных недостатков у электродвигателя нет. Основной проблемой является питание агрегата, что тормозит распространение и широкое использование технологии.

Электросамолёт — самолёт, приводимый в движение электрическим двигателем, питающимся от топливных элементов, фотоэлементов, суперконденсаторов, батарей, беспроводным путем или от электрогенератора, приводимого в действие газотурбинным двигателем.

Учитывая положительные стороны применения электродвигателей, многие авиастроительные компании начинают разрабатывать различные виды летательных объектов, которые в скором будущем смогут перевозить пассажиров.

**Основная часть.** Швейцарская компания разработала первый в мире пилотируемый самолет, способный летать за счет солнечной энергии. В 2015 на самолете «Solar Impulse 2» планировалось совершить кругосветный полёт (с промежуточными посадками). Из-за технических проблем полёт прервался в июле 2015 года на Гавайских островах и завершился в июле 2016 года .

Австралийская фирма Egan Airships предоставила образец, представляющий собой гибрид дирижабля и электросамолета. Это новое воздушное транспортное средство получило название «Plimp», который планируется вывести в продажу в течении 4 лет.