

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

отсутствии точки радиотрансляции не было иного способа узнать нужную остановку, кроме как заглянув в окно), невысокий потолок затруднял проезд людям высокого роста. Первый троллейбус исправно отработал 20 лет. В 1972 г. заслуженного ветерана решено было не отправлять на переплавку, а водрузить на пьедестал в 1-м троллейбусном депо (ул. Варшавени, 3), откуда каждое утро начинал свой рейс.

Следующим троллейбусом в истории столицы был ЗиУ разных модификаций. Это высокопольный троллейбус большой вместимости. В данной модели была решена проблема МТБ коммутации пускотормозных сопротивлений служебным низковольтным электромотором. Однако вместе с этим появился недостаток, а именно шум при работе мотор-генератора (питающего низковольтную сеть). Благодаря разделению уровней напряжений резко уменьшается опасность поражения пассажиров и водителя электрическим током. Всё электрооборудование внутри пассажирского салона и кабины водителя работает от безопасного напряжения 24 В. Силовые 550-вольтные цепи и агрегаты изначально расположены под полом. Однако низкая электробезопасность подобного решения привела к тому, что в ходе модернизаций оборудование было перенесено на крышу троллейбуса, а также в шкаф за спиной водителя.

**На смену ЗиУ в 1994 г.** сошел с конвейера первый новый белорусский троллейбус АКСМ 101. Данный троллейбус имеет реостатно-контакторную систему управления пуском тяговым двигателем. Для гашения колебаний, возникающих при движении троллейбуса по неровностям дороги, в подвеске установлены четыре разборных гидравлических амортизатора двустороннего действия телескопического типа. Удобная планировка салона позволяет вместить больше пассажиров по сравнению с ЗиУ. К недостаткам данной модели можно отнести систему отопления, что особенно значимо в зимний период. Также наличие ступенек затрудняет проход пожилым людям и детским коляскам.

Уже в **1996 г.** было освоено производство троллейбусов второго поколения модели «201» с тиристорно-импульсной системой управления тяговым электроприводом, позволяющей экономить 25-30% электроэнергии. Троллейбус, как и все остальные производства Белкоммунмаш, имеет высокую антикоррозийную защиту и срок службы составляет не менее 16 лет. Все дверные проёмы оборудованы двумя ступеньками на входе в салон. Ступени сделаны из стеклопластика и отделан резиной или линолеумом. Сиденья мягкие, раздельного типа, покрытые антивандальной тканью. Электропневматический привод дверей имеет так называемый «воздушный ключ», блокирующий ход троллейбуса при открытых дверях. Поручни выполнены из стальных труб, которые окрашены, прочной на солнце, полимерной краской. Кабина водителя полностью отгорожена от салона. Рулевое управление с гидроусилителем, унифицировано с автобусами Минского автомобильного завода. Электрооборудование перенесено на крышу и почти полностью исключает возможность удара током. Троллейбус имеет повышенную степень безопасности электроизоляции, все электрооборудование защищено от осадков.

В 2000 году выпущен первый трамвай белорусского производства. Вагон трамвайный модели 62103 – односекционный, трехдверный, с двумя моторными тележками, с транзисторной системой управления тяговыми электродвигателями и переменным уровнем пола.

Трамвай модели 62103 представляет собой оптимальное решение для организации внутригородских перевозок. Конструкция трамвая позволила организовать низкопольную накопительную площадку в середине салона, что обеспечит удобство пользования лицам с ограниченной мобильностью.

Усовершенствованная система управления и вентиляции. Новый оптимизированный дизайн салона, модернизированная комплектация кузова отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к городскому транспорту как со стороны пассажиров, так и эксплуатирующих организаций.

К достоинствам можно отнести:

- Современный дизайн, светлый и просторный салон
- Расположение сидений по схеме 2+1
- Синхронизированные визуальная и акустическая информационные системы для пассажиров
- Внешняя обшивка выполнена из оцинкованных панелей
- Внутренняя обшивка – пластик и композитные материалы
- Система отопления калориферного типа
- Для облегчения доступа пассажиров с ограниченной мобильностью предусмотрено: место для инвалидной коляски с системой фиксации и системой оповещения водителя, механический пандус с ручным управлением
- Остекленная перегородка с дверью и форточкой для продажи билетов отделяет кабину водителя от пассажирского салона
- Рама тележки шарнирной конструкции обеспечивает прохождение неровностей трамвайных путей без кососимметричных нагрузок на элементы тележек [1].

**В 2009 г.** выпущен троллейбус модели АКСМ 321. Принял участие в автотранспортном форуме «МАФ-2009», по результатам которого он был признан лучшим троллейбусом года.

Троллейбус модели 321 — нормальной вместимости, однозвенный, трехдверный, с транзисторной системой управления тяговым электродвигателем. Идеально выверенный по основным параметрам, с конструкторской точки зрения, троллейбус — наилучшее решение для эксплуатации в любых городских условиях.

Компактен и эргономичен, отличается маневренностью, мобильностью и высокими эксплуатационными показателями. Уникальная конструкция кузова с размещением силового оборудования на крыше в герметичных отсеках гарантирует безопасность по сравнению с моделями, где электрооборудование расположено под полом.

Достоинства данной модели:

- Современный дизайн, светлый и просторный салон, удовлетворяющий пожеланиям пассажиров
- Расположение сидений по схеме 2+2 и 2+1
- Синхронизированные визуальная и акустическая информационные системы для пассажиров
- Для перевозки пассажиров с ограниченной мобильностью предусмотрены: система понижения уровня пола троллейбуса со стороны входа («kneeling»), механический пандус с ручным управлением, место для инвалидной коляски с системой фиксации и системой связи с водителем, сиденья с подлокотником и увеличенной подушкой
- Остекленная перегородка с дверью или без двери и форточкой для продажи билетов отделяет кабину водителя от пассажирского салона
- Система, исключающая зажатие пассажиров между створками дверей

**В 2007 г.** осуществлен выпуск первого на территории постсоветского пространства троллейбуса четвертого поколения модели «42003», воплотившего в себе все передовые идеи мирового троллейбусостроения, включая возможность установки гибридного привода и накопителей электроэнергии. Троллейбус 420 модели отличается ультрасовременным дизайном, актуальной компоновкой кузова и высоким уровнем комфорта салона и кабины водителя.

Троллейбус в ранних модификациях имеет 35 мест для сидения, из них 29 стационарные и 6 по правому борту откидные. Это сделано, чтобы увеличить вместимость машины в час-пик. Всего салон может вместить 115 пассажиров.

Кузов изготовлен из композитных материалов. Машина оборудована электрическим выдвижным пандусом и системой «приседания» до уровня тротуара. Салон оснащён системой климат-контроля, поэтому форточек в окнах нет. В более поздних образцах форточки появились.

Благодаря разработанным на НПО «Энергия» конденсаторным батареям троллейбус может проехать не менее 5 км с полным салоном без контакта с проводами. Это позволит в случае необходимости объезжать дорожные заторы или иные препятствия [2].

**В 2010** году был существенно модернизирован трамвай. Новая модель – 62103 — создан на базе 62102, но отличается от предшественника пониженным уровнем пола в центральной части. Осуществлен перевод всех выпускаемых предприятием трамваев на тележки собственного производства.

**В 2016 г.** официально презентован и запущен в производство такой вид транспорта, как электробус, который благодаря отсутствию выброса вредных веществ, низкому уровню шума и использованию экологически чистых источников энергии, считается «зеленым» транспортом 21-го века. Электробусы Белорусского производства представлены в двух модификациях – стандартный Е420 и удлиненный Е433.

Электробус является инновационным пассажирским транспортным средством. Одновременно объединяет в себе преимущества троллейбуса и автобуса и исключает их недостатки [3].

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. Кузов выполнен из композитных материалов, которые не подвергаются коррозии.

Достоинства электробуса:

- Современный дизайн, светлый и просторный салон, удовлетворяющий пожеланиям пассажиров
- Расположение сидений по схеме 2+1 и 2+2
- Обшивка кузова из композитных материалов
- Синхронизированные визуальная и акустическая информационные системы для пассажиров

- Для облегчения доступа пассажиров с ограниченной мобильностью предусмотрены: места для инвалидной коляски с системой фиксации и системой оповещения водителя, механический пандус с ручным управлением, система понижения уровня пола электробуса со стороны входа
- Остекленная перегородка с дверью и форточкой для продажи билетов отделяет кабину водителя от пассажирского салона
- Система от зажатия пассажиров между створками дверей
- Система контроля токоутечки со звуковой и световой сигнализацией
- Система отопления калориферного типа
- Кондиционирование кабины водителя
- Электродвигатель переменного тока
- 100% низкий пол.
- Увеличенная межколесная база.
- Внешняя обшивка кузовов выполнена из легкосзаменяемых композитных материалов, которые не подвергаются коррозии[4].

Как видно из всего вышперечисленного городской электрический транспорт стремительно развивается, становится все более удобным, безопасным и экологичным. Жителей мегаполисов особенно волнует проблема загрязнения воздуха. Огромные объемы выхлопных газов, выбросов от предприятий окутывают города в толстый слой смога, дышать в котором порой становится просто невозможно. Отсюда многочисленные проблемы со здоровьем у взрослых и детей. Очистить воздух от примесей можно через сокращение автомобильного транспорта, что особенно важно в настоящее время. Это значит, что электрический транспорт будет и дальше развиваться и оставаться востребованным [5].

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Minsk-old-new [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа :<https://minsk-old-new.com/>
2. Bkm [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа :<https://minsk-old-new.com/https://bkm.by/istotiya/>
3. Esmasoft [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа :<https://minsk-old-new.com/https://forum.esmasoft.com>
4. Liveinternet [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа :<https://minsk-old-new.com/https://www.liveinternet.ru>
5. Polnaja-jenciklopedija [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа :<https://minsk-old-new.com/https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/planeta-zemlya/>

**УДК621.941**

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО ШТАМПОВОЧНОГО ТЕПЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОКОВОК**

*Адаменко В.М., преподаватель, к.т.н.*

*Филиал БНТУ «Борисовский государственный политехнический колледж»*

Работа относится к машиностроению, преимущественно к термической обработке цилиндрических заготовок, поковок после их штамповки на кривошипных горячештамповочных прессах с использованием остаточного штамповочного тепла, при этом обеспечиваются наиболее высокие показатели использования электроэнергии расходуемой на нагрев цилиндрических заготовок для пластической деформации, повышение качества. В основе предлагаемой методики использована плотность теплового потока от горячей поковки к заготовке, непрерывность использования остаточного тепла поковки для предварительного нагрева заготовок, термической обработки, в частности отпуска, нормализации поковок и которые могут быть использованы на промышленных предприятиях.

Вопросу использования вторичных ресурсов, а в целом ресурсосбережению уделяется много внимания на всех этапах жизненного цикла изделий, как на стадиях проектирования технологических процессов, так и на стадиях производства и эксплуатации изделий. Эта проблема является весьма актуальной особенно для специалистов, занимающихся технологией изготовления поковок методом горячей объемной штамповки. Нагрев заготовки до температурыковки (1180-1300°С) – процесс, который качественно характеризуется тепловым излучением, а количественно – полным потоком, плотностью потока и зависит от температуры.

На машиностроительных предприятиях для изготовления различных изделий в основном используются заготовки, получаемые различными способами с тепловым или пластическим деформированием материала при формообразовании [1].

Известно, что модель использования остаточного тепла отражает зависимость времени и