УДК 621.3

Тодоренко Д.В.
Борисюк Д.В.

ОГЛЯД МІСЬКИХ КОЛІСНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено основні види міських колісних електричних транспортних засобів. Коротко описано їх особливості.

Ключові слова: транспорт, тролейбус, електробус, гіробус, акумулятор, кабель, запас ходу.

Annotation

The main types of urban wheeled electric transport vehicles are presented. Their features are briefly described.

Keywords: transport, trolleybus, electric bus, gyrobuses, battery, cable, range.

Вступ

Міський електричний транспорт – складова частина єдиної транспортної системи, призначена для перевезення громадян на маршрутах (лініях) відповідно до вимог життєзабезпечення населених пунктів. З переходом на ринкові умови господарювання до транспортної системи України стали висуватися більш високі вимоги по відношенню да якості, регулярності і надійності транспортних зв'язків, збереженню вантажів і безпечності перевезення пасажирів, строків і вартості доставки. Сучасні стандарти життя зумовлюють зростання потреб населення в більш швидкому, але в той ас зручному і безпечному транспортуванні. Стан міського електричного транспорту позначається на економічному зростанні кожного конкретного міста, а отже і національної економіки в цілому.

В різних країнах проводиться активна робота з розвитку транспорту загального користування, підвищення його комфортності та безпеки. В багатьох країнах зростає зацікавленість до екологічно чистого та безпечного транспорту.

Основна частина

Тролейбус — електричний автобус (рис. 1), що отримує електричну енергію безпосередньо під час руху від зовнішнього джерела (повітряної контактної мережі) за допомогою двох контактних штанг (струмоприймачів). Два контактних дроти та дві штанги потрібні для того, аби замкнути електричне коло. Це відрізняє тролейбус від трамвая, який для замикання електричного кола використовує рейки і тому потребує лише одного контактного дроту та однієї струмознімальної штанги (чи пантографа) [1].

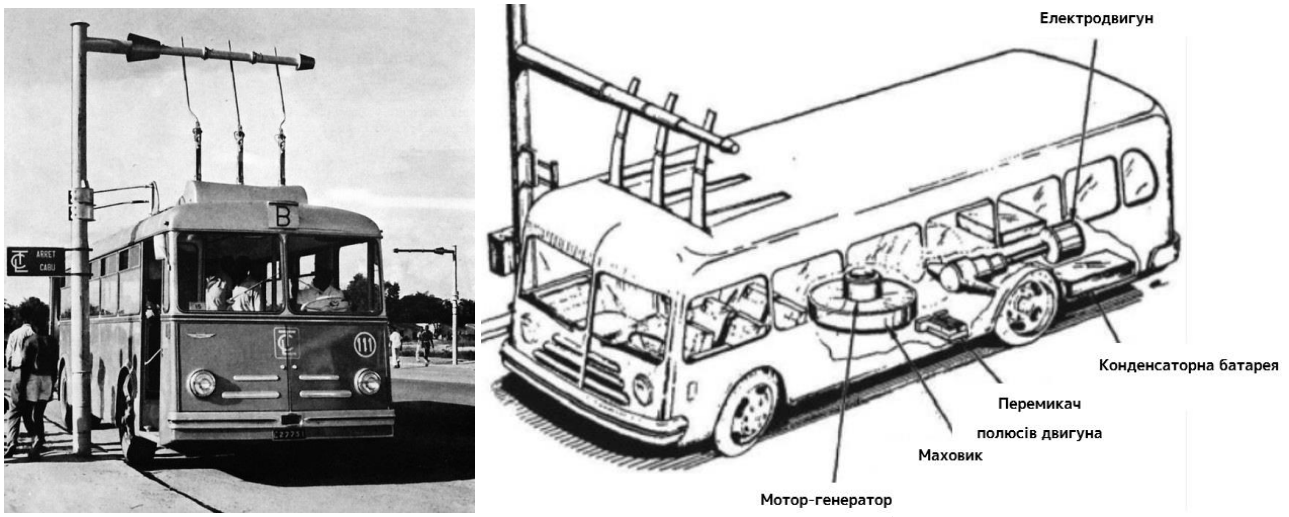


Рисунок 1 – Тролейбус VinLine

Тролейбус, додатково оснащений системою автономного живлення на акумуляторах, суперконденсаторах, генераторі на базі двигуна внутрішнього згоряння або паливних елементах належать до комбінованого рухомого складу електричного транспорту, й називається також електробусом з динамічною підзарядкою.

Контактна мережа тролейбуса дводротова — на відміну від контактної мережі трамвая, де як другий провід використовуються рейки, і як наслідок, значно складніша і важча. Дроти розташовані на відносно невеликій відстані один від одного, і тому повинні бути обов'язково захищені від зближення. Крім цього, вони мають бути ізольовані в місцях перетинань контактних мереж, що вимагає влаштування стрілок і спеціальних перетинів з трамвайною або іншою тролейбусною лінією, і більш ретельного регулювання натягу щоб уникнути захльостування дротів при сильному вітрі. У зв'язку з цим також ускладнено використання як струмоприймача бугеля або пантографа; використовується в основному штанговий струмоприймач. Штанга більш чутлива до дефектів контактної мережі, і хоча самі по собі вони рідко стають причиною пошкодження струмоприймачів, зіскочивши з дроту струмоприймач може пошкодити контактну мережу і прилеглі будівлі.

Гіробус — це електричний автобус (рис. 2), який використовує накопичення енергії у маховику, а не підвісні дроти, як тролейбус. Назва походить від грецького слова «gyros», що означає маховик. Хоча на даний момент гіробуси не використовуються комерційно, розробки у цій сфері тривають [2].



а б

Рисунок 2 – Гіробус:
а – загальний вигляд; б – розташування електроприводу

Концепція автобуса, що працює на енергії маховика, була розроблена і втілена в життя у 1940-х роках компанією «Oerlikon» (Швейцарія). Ідея полягала у створенні альтернативи тролейбусам для тихіших, менш завантажених маршрутів, де повна електрифікація повітряними дротами була невиправданою.

Замість використання двигуна внутрішнього згоряння, акумуляторів або підключення до контактної мережі, гіробус мав великий маховик, який розкручувався до 3000 об/хв за допомогою асинхронного електродвигуна.

Енергія для заряджання маховика надходила через три контактні штанги на даху автобуса. Вони підключалися до зарядних станцій, розташованих у ключових місцях, таких як зупинки громадського транспорту або кінцеві станції.

Щоб отримати тягову потужність, конденсатори збуджували електродвигун маховика, перетворюючи його в генератор. Таким чином, енергія, накопичена у маховику, поверталася у вигляді електрики. Гальмування також було електричним, і частина енергії поверталася до маховика, що дозволяло збільшити запас ходу.

У повністю зарядженому стані гіробус міг проїхати до 6 км (3,7 миль) по рівній дорозі зі швидкістю 50–60 км/год (31–37 миль/год). Запас ходу залежав від загальної ваги пасажирів, яка змінювалася під

час руху. Відомо, що в Івердон-ле-Бені (Швейцарія) машини іноді проїжджали до 10 км (6,2 миль) на одному заряді, хоча їхня ефективність на максимальній відстані точно невідома.

Електробус (електричний автобус) — пасажирський транспортний засіб (рис. 3), який використовують на маршрутах громадського транспорту, рух якого здійснюється за допомогою електродвигуна. Електрична енергія для руху електробуса може отримуватися з акумуляторній батареї на борту, з контактної мережі, а також з обидвох джерел. Електробуси, що отримують енергію для руху лише з батареї, називаються батарейними електробусами. Електробуси з постійним живленням від контактної мережі називаються тролейбусами, а з обома джерелами живленнями — електробусами з динамічним заряджанням, або ж тролейбусами з автономним живленням чи батарейні тролейбуси [3].

Головними перевагами електробусів над автобусами з двигуном внутрішнього згорання є відсутність шкідливих викидів та значно нижчий рівень шуму.

Електробус з динамічною зарядкою (заряджання в русі — In-Motion Charging) або ж тролейбус може заряджати батареї під час руху від контактної мережі.

У разі відсутності контактної мережі, електричну енергію електробус може отримувати від зовнішнього джерела постачання електричної підстанції або від зарядної станції для електромобілів, а також в аварійній ситуації від побутової електромережі 230 В змінного струму [4].



Рисунок 3 – Електробус під час зарядки

Для заряджання акумуляторної батареї, як правило, використовують кабелі, які комутуються спеціальним роз'ємом, або спеціальний пантограф, який підіймається у визначеній зоні та комутується автоматично з лінією або коли електробус перебуває в простої.

Запас ходу на одному заряді, залежно від моделі, коливається в межах 200—350 км, але ця цифра може суттєво знижуватися при екстремальних температурах повітря, їзді по горбистій місцевості чи використанні під час руху опалення чи кондиціонування салону. Зважаючи на ці обмеження, електробуси переважно використовують для міських перевезень, оскільки їзда у місті пов'язана з постійними гальмуваннями та прискоренням. У таких умовах електробус має перевагу над дизельними аналогами, оскільки може перетворювати кінетичну енергію під час гальмування на електричну та заряджати нею власну батарею. Цей процес називається рекуперація. Окрім збільшення запасу ходу, використання рекуперації дозволяє також зменшити навантаження на гальма.

Ведуча вісь електробуса приводиться в рух одним або кількома асинхронними електродвигунами змінного струму. Їх приводить у дію блок частотного перетворювача напруги, який перетворює постійну (лінійну) напругу на змінну.

Висновки

Міський електричний транспорт є важливою складовою сучасної транспортної системи, забезпечуючи екологічно чисте, енергоефективне та комфортне перевезення пасажирів. Розвиток

електробусів та тролейбусів сприяє зниженню рівня забруднення повітря, підвищенню якості перевезень та зменшенню залежності від викопного палива. Перспективи впровадження новітніх технологій у цій сфері свідчать про необхідність подальших досліджень і вдосконалення міської транспортної інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тролейбус. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1% D1%83%D1%81 (дата звернення: 15.03.2025).
2. Гіробус. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%81 (дата звернення: 15.03.2025).
3. Електробус. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%81 (дата звернення: 15.03.2025).
4. Войтків С.В. Аналіз технічної досконалості міських електробусів різних типів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології : зб. наук. пр. [Електронний ресурс]. Харків, 2022. Вип. 21. С. 64-78.

Тодоренко Дмитро Віталійович — студент групи 1ТТ-23б, факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету.

Борисюк Дмитро Вікторович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7, ауд. 3222, e-mail: bddv@ukr.net, https://orcid.org/0000-0001-8572-6959).

Todorenko Dmytro – student of group 1TT-23b, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnytsia National Technical University.

Borysiuk Dmytro – Candidate of Technical Sciences (Ph. D in Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Polytechnic Street, 7, room 3222, e-mail: bddv@ukr.net, https://orcid.org/0000-0001-8572-6959).