

ДОДАТОК А
Апробація результатів наукових досліджень

Необхідність охолодження акумуляторних батарей автономного ходу електричного транспорту на прикладі тролейбуса PTS-12.

Ілля Лисенко¹, Леонід Іванов¹

1. Кафедра КПАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки, 14, email: illia.lysenko@nure.ua

1. Кафедра КПАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки 14, email: leonid.ivanov@nure.ua

Анотація: робота присвячена проблемі недостатнього охолодження акумуляторних батарей автономного ходу електричного транспорту, зокрема тролейбуса PTS-12.

Ключові слова: охолодження, акумуляторні батареї, електричний транспорт, тролейбус PTS-12, ефективність системи.

I. Вступ

Громадський електричний транспорт набуває все більшого пошиту через свою екологічність та високу ефективність. Акумуляторні батареї автономного ходу є основним джерелом живлення для багатьох електричних транспортних засобів, які ідеально підходять для багатозмінного високоінтенсивного режиму роботи. Проте, їхній ефективний робочий режим суттєво залежить від умов експлуатації, зокрема від температурного режиму. Оптимізація та автоматизація систем охолодження є важливим аспектом для забезпечення довготривалої та ефективної роботи акумуляторних батарей автономного ходу.

Тролейбус PTS-12 є найновішим вітчизняним тролейбусом з функцією автономного ходу (рис. 1.1), який збирається на базі кузова МАЗ-203Т київським підприємством «Політехносервіс», що знаходиться у м. Бровари [1].



Рисунок 1.1 – Тролейбус PTS-12

Дані тролейбуси вже експлуатуються у Вінниці та Харкові. На тролейбус PTS-12 встановлюються тягові акумуляторні батареї (ТАБ) з елементами літій-іонних батарей, життєвий цикл розряду-заряду яких понад 8000, енергоємністю 65 кВт/год, номінальною потужністю 65 кВт, максимальною потужністю 195 кВт,

номінальною напругою 588 В та мінімальною напругою 469 В. В залежності від умов руху, ТАБ забезпечує рух транспортного засобу з максимальною навантаженістю на відстань до 20 км [2,4].

ТАБ використовується до початку руху тролейбуса на ділянці маршруту, де відсутня контактна мережа. Акумуляторна батарея представляє собою корпус з послідовно з'єднаними комітками з літій-іонними акумуляторами, приклад наведено на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд літій-іонної акумуляторної батареї

Батарейні блоки оснащуються сучасною автоматикою керування зарядом і розрядом батарей, аналізуючи токи споживання, напругу, температуру та інші показники стану батареї з можливістю виведення інформації на ПК або планшет.

II. Визначення проблеми та її актуальність.

Літій-іонні акумулятори мають один суттєвий недолік – вони дуже чутливі до температури. Їх точка кипіння $+60^{\circ}\text{C}$, якщо температура буде близька до цього показника то батарея може вибухнути, спалахнути або просто вийти з ладу. З метою запобігання таким випадкам в корпус батареї вбудовано контролер, який стежить за рівнем температури та напругою струму, щоб, у випадку перегріву батареї відключити її [3].

Оскільки, в тролейбусах PTS-12 дані акумуляторні батареї знаходяться всередині салону, у відсіку під сидіннями по лівому та по правому борту тролейбуса (рис. 2.1), то проблема з чутливістю до високих температур стає більш актуальною в теплу пору року,

адже температура всередині відсіку збільшується, за рахунок нагрівання корпусу тролейбуса та підвищення температури в салоні, що може привести до поломки акумуляторної батареї, якщо її вчасно не охолодити.



Рисунок 2.1 – Розташування акумуляторних батарей тролейбуса PTS-12

Як приклад, можна розглянути вирішення цієї проблеми в тролейбусах типу Богдан Т70117, в якому літій-іонні акумуляторні батареї знаходяться на даху, у відсіку з отворами (рис 2.2). В даному випадку охолодження відбувається за рахунок зустрічного потоку вітру, тобто за рахунок вентиляційної системи підтримується оптимальна температура для ефективного функціонування акумуляторних батарей.



Рисунок 2.2 – Розташування акумуляторних батарей на даху тролейбусу Т70117 Богдан

Отже, проблема полягає в недостатньому охолодженні акумуляторних батарей автономного ходу під час експлуатації тролейбуса PTS-12. Акумуляторні батареї автономного ходу відіграють критичну роль в забезпеченні ефективної роботи тролейбуса при роботі поза контактною мережею.

III. Мета дослідження.

Метою дослідження є визначення цілей та завдань для розробки та впровадження системи автоматизованого управління охолодженням акумуляторних батарей електричного транспорту, зокрема тролейбуса PTS-12. Конкретні цілі та завдання дослідження включають:

Оптимізація ефективності батарей: розробка системи охолодження, яка дозволить знижувати температуру акумуляторів під час роботи, що сприятиме збереженню їхньої ємності та підвищенню продуктивності.

Підвищення тривалості служби батарей: забезпечення оптимальних умов роботи для акумуляторних батарей, що сприятиме підвищенню їхнього терміну служби та зменшенню необхідності у заміні.

Зменшення витрат енергії: створення системи, яка використовує менше енергії для охолодження батарей, що допоможе підвищити енергоефективність транспортного засобу.

Забезпечення безпеки: розробка системи контролю та захисту, яка мінімізує ризик перегріву акумуляторів та можливих аварій.

Підвищення відповідності до екологічних стандартів: створення системи, яка сприятиме зменшенню викидів шкідливих речовин і допоможе відповісти вимогам екологічної безпеки.

IV. Обґрунтування важливості розробки системи охолодження для акумуляторних батарей електричного транспорту

Важливість розробки системи охолодження для акумуляторних батарей електричного транспорту, зокрема тролейбуса PTS-12, може бути обґрунтована з кількох ключових позицій:

1. Підвищення продуктивності та діапазону пробігу:
Охолодження акумуляторів дозволяє підтримувати їхню оптимальну температуру роботи. Перегрів батарей може призводити до зменшення ємності та втрати продуктивності. Завдяки системі охолодження, можна підвищити ефективність батарей та збільшити діапазон пробігу транспортного засобу на одному заряді, що важливо для користувачів і підвищує конкурентоспроможність електричного транспорту.
2. Збільшення тривалості служби батарей:
Забезпечення оптимальних умов роботи для акумуляторів сприяє подовженню їхнього терміну служби. Це має важливе економічне значення, оскільки зменшує потребу в регулярній заміні та відновленні батарей, що відображається на вартості обслуговування електричного транспорту.
3. Зменшення споживання енергії:
Оптимізована система охолодження допомагає знизити витрати енергії на охолодження батарей, що призводить до підвищення загальної енергоефективності електричного транспорту. Це особливо важливо в умовах ростучих цін на енергоресурси та питань екологічної сталості.
4. Забезпечення безпеки та запобігання аваріям:

Перегріті батареї можуть стати причиною небезпечних ситуацій, включаючи аварії та вибухи. Система охолодження може забезпечити безпеку пасажирів, водіїв та навколишнього середовища, запобігти перегріву батарей та надаючи систему контролю і виявлення безпеки.

5. Відповідність стандартам та законодавству:

Вдосконалена система охолодження може допомогти електричним транспортним засобам відповідати стандартам екологічної безпеки та вимогам законодавства щодо використання акумуляторних батарей в електричному транспорті.

V. Види систем охолодження для акумуляторних батарей

Основні види систем охолодження для акумуляторних батарей, які існують на теперішній час, можна представити так, а саме:

1. Пасивне охолодження:

Пасивні системи використовують природні або термічні властивості матеріалів для розподілу тепла. Це може бути через теплопровідні матеріали або спеціальні конструкції, які сприяють природному виведенню тепла.

2. Активне охолодження:

Активні системи охолодження використовують електричні пристрої, такі як вентилятори або компресори, для активного відведення тепла з батарейного пакету. Ці системи можуть бути повітряними або рідинними, залежно від конструкції.

3. Рідинне охолодження:

Рідинні системи охолодження використовують теплообмінники та охолоджуючі рідини для відведення тепла з батарейного пакету. Ця система може бути більш ефективною у керуванні температурою батарей та забезпеченні оптимальних умов.

4. Холодопостачання зовнішнього середовища:

Деякі електричні засоби використовують системи для охолодження акумуляторів, які використовують холодопостачання зовнішнього середовища під час заряджання або стояння.

5. Холодильні пластини:

Фазово-змінні матеріали можуть використовуватися для поглинання та віддачі тепла, допомагаючи підтримувати стабільну температуру акумуляторних батарей. Вони можуть забезпечувати теплообмін в оптимальних температурних межах.

Вибір конкретної системи охолодження залежить від дизайну батарейного пакету, кліматичних умов та інших факторів. Ефективне охолодження акумуляторних батарей підвищує ефективність їх роботи та подовжує строк їхньої експлуатації.

VI. Висновки

Розробка та впровадження автоматизованої системи охолодження для акумуляторних батарей тролейбуса PTS-12 є важливим кроком у забезпеченні ефективності та надійності електричного транспорту. Ця система дозволить зберігати оптимальну температуру акумуляторних батарей, забезпечуючи їхню тривалу та ефективну роботу. Також, автоматизовані системи охолодження сприяють

зменшенню споживання енергії, що є важливим аспектом для сталого розвитку та економії ресурсів.

Перелік посилань

- [1] Офіційний сайт «Політехносервіс» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ptsukraine.com/>
- [2] Інструкція по експлуатації тролейбуса PTS-12.
- [3] Lithium-ion battery [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery.
- [4] Офіційний сайт компанії «Форкліфт Сервіс» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://fsua.com.ua/akumulyatori/>. Буклет характеристик «TAB traction batteries».

ДОДАТОК Б
Демонстраційний матеріал

