

ДОДАТОК А

Апробація результатів наукових досліджень

Kharkiv National University of Radio Electronics

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

VII International Conference
**MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS**



УДК: 005.004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)]. -Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevludov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevludov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (КІТАР),
ХНУРЕ,2023

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabi Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
**ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023**
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович
Неплюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович
Филіпенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматизації і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Ашвер огли
Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав
В'ячеславович
Свєтєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолов** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович
Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович
Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Сиген Сергійович
Рижєнко** керівник відділу дидактики ДП «Фестон», Україна
- Сергій
Володимирович
Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРНТЕХ», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарія Гаджі огли Агаси** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технологій машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Кошарський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматизації та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та робототехнічних систем ім. акад. П. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зильовський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свнц** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Кошумар», Україна.
- Віталій Степанович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Піденний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлюк** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Сфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматички та робототехнічних систем ім. акад. П. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КИТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КИТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Степан Анатолійович Ратушан-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КИТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КИТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Контроль укладання акумуляторних батарей автономного ходу для електричного транспорту (за зразком тролейбуса PTS-12)

Доронін Павло¹, Леонід Іванов¹

¹Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки, 14., email: pavlo.doroni@nure.ua

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

Анотація: робота присвячена проблемі допущення помилок при укладанні акумуляторних батарей автономного ходу електричного транспорту, зокрема тролейбуса PTS-12.

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

I. Вступ

Міський електротранспорт є однією з найважливіших галузей, яка задовольняє потреби населення в перевезеннях. Акумуляторні батареї автономного ходу є основним джерелом живлення для багатьох електричних транспортних засобів. Але початок роботи транспорту напряму залежить від наявності правильного підключення батарей до системи. Автоматичний контроль підключення елементу живлення є ключовим акцентом для початку та безпечної роботи електричного транспорту.

II. Обґрунтування вибору моделі та характеристики тролейбуса PTS-12.

Тролейбус PTS-12 виробляється українською компанією ТОВ «Політехсервіс» (м. Бровари Київської області) у 2019-2021 роках на основі кузовів MAZ-203T (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Тролейбус PTS-12

Тягова літій-іонна батарея ЕТЗ номінальною потужністю 65 кВт вироблена компанією «Політехсервіс». Тягова батарея знаходиться у підсіку під сидіннями по лівому борту тролейбуса. Батарея являє собою послідовно з'єднані секції Li-Ion акумуляторів в середній корпусі (рис. 2).

Завдяки застосуванню літій-іонної батареї тролейбус може долати до 70 км. без контактної мережі. Потім під час руху тролейбуса під контактну мережу протягом однієї — двох годин

батарея повністю заряджається і транспортний засіб може подолати таку ж відстань.



Рисунок 2 – Li-Ion акумуляторні батареї тролейбуса PTS-12

Блоки живлення мають сучасну систему керування зарядом, яка аналізує споживання напруги тією чи іншою частиною системи тролейбуса та її температуру, передаючи усю інформацію на комп'ютер чи планшет.

III. Визначення проблеми та її актуальність.

Якщо при експлуатації показники вузла тролейбуса не відповідають нормі, то електронний блок керування отримує команду провести коригування (якщо це можливо) або електронний блок керування зупинить експлуатацію тролейбуса до усунення проблеми. Моніторинг напруги та температури в кожній комірці акумуляторної батареї відбувається постійно, в акумуляторній батареї тролейбуса PTS-12 число комірок – 140 штук. Якщо температура або напруга хоча б однієї комірки не відповідає нормі, експлуатація тролейбуса припиняється до усунення проблеми, а саме: підняття від контактної мережі або охолодження акумуляторної батареї.

IV. Мета дослідження.

Метою даного дослідження є визначення цілей та завдань для розробки та впровадження системи автоматизованого контролю укладання акумуляторних батарей електричного транспорту, зокрема тролейбуса PTS-12.

Конкретні цілі та завдання дослідження включають підвищення тривалості служби батарей завдяки забезпеченню правильного підключення, що сприятиме підвищенню їхнього терміну служби та зменшенню необхідності у заміні.

Покращення контролю укладання АКБ - створення системи, завдяки якій можна буде контролювати усі найважливіші параметри роботи акумуляторних батарей та запобігти неплановій зупинці транспорту та виходу батарей з ладу.

V. Обґрунтування важливості розробки системи контролю укладання для акумуляторних батарей електричного транспорту

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

1. Уникнення помилок при встановленні акумуляторних батарей: неправильне встановлення батарей у тролейбусі може призвести до короткого замикання. Це, у свою чергу, може призвести до опалення дротів та виходу з ладу усієї системи керування тролейбусом.

2. Запобігання перегріву батарей завдяки температурному індикатору: вчасне охолодження акумуляторів дозволяє підвищити ефективність батарей та збільшити діапазон пробігу транспортного засобу на одному заряді. Перегрів батарей може призвести до зменшення ємності та втрати її продуктивності, а також (при сильному перегріві) до повної зупинки транспорту. Якщо елемент нагрівається до 80-90°C, може запуститися хімічна реакція, яка продовжить його нагрівати; при досягненні температури 180-200°C відбувається самозаймання з подальшим підвищенням температури аж до 900°C.

3. Моніторинг напруги у мережі: стеження за напругою батарей дозволить водію вчасно побачити кількість енергії, яку споживає та чи інша система, і на підставі цього більш детально розрахувати свій маршрут.

VI. Різновиди акумуляторних батарей

1. AGM акумулятори - це ще один тип свинцево-кислотних батарей, що не обслуговуються. Дані акумулятори виготовляються за допомогою технології absorbent glass mat, завдяки чому і отримали свою назву. AGM-технологія має на увазі, що весь електроліт акумулятора знаходиться у зв'язаному стані. Звичайні свинцево-кислотні акумулятори заповнені вільним рідким електролітом, у той час як у AGM АКБ весь електроліт міститься у спеціальній екзоволокнистій матриці, яка розташована між пластинами. Безперечною перевагою цього типу акумуляторів є висока енергонаддача. Також AGM акумулятори демонструють високу швидкість зарядки (порівняно зі звичайними свинцево-кислотними АКБ). AGM акумулятори не бояться

морозів. Також важливо відзначити, що даний тип акумуляторів значно дешевший, ніж розглянуті раніше гелеві АКБ.

Будова акумуляторів AGM типу представлена на рис.3 [2,3].



Рисунок 3 - Будова акумуляторів AGM типу

Основні моменти, які для деяких користувачів можуть стати недоліками - AGM акумуляторні батареї характеризуються великою вагою. Їх ціна більша, ніж у звичайних свинцево-кислотних батарей. Технічні характеристики АКБ знижуються при глибокому розряді пристрою.

Переваги AGM акумуляторів:

- Не потребують постійного обслуговування;
- Герметична конструкція;
- При перевертанні електроліт не витікає, а знаходиться абсорбуючому скляному маті;
- Тривалий термін служби (5-12 років);
- Тривалий термін зберігання (до 3-х років) без великої втрати ємності;
- Високий струм віддачі (в 1,5 разів більший звичайних кислотних) і швидка зарядка;
- Стійкі до глибоких розрядів;
- 200 повних розрядів; 500 розрядів при розряджанні на 50%; близько 1000 циклів при розряджанні на 20-30%.

Недоліки AGM акумуляторів

- Висока вартість в порівнянні з свинцево-кислотними акумуляторами;
- Великі габарити та вага;
- Потребують спеціальних зарядних пристроїв;
- Чутливі до перезарядів та коротких замикань.

2. Мультигелеві акумулятори - це досить популярний і затребуваний тип АКБ. Унікальність даного типу пристроїв полягає в тому, що для їх виготовлення використовується технологія AGM, а як електроліт використовують не рідкий електроліт, а його гелеподібний аналог. Цей тип АКБ відрізняється високим ресурсом циклів заряд-розряду. При цьому багатогелеві батареї демонструють низький саморозряд, а також мінімальні показники зносу при досить інтенсивній експлуатації. Мультигелеві АКБ швидко заряджаються і можуть використовуватися навіть за низьких температур.

У порівнянні зі звичайними кислотними АКБ мультигелеві мають ряд неперечних переваг:

- підвищені ізоляційні якості пластин;

- значно ускладнюється вихід газів і електроліту за межі капілярної системи сепаратора, що говорить про надійність і повну безпеку пристрою;
- хоча електроліт і має гелеподібну консистенцію, рухливість іонів залишається високою, що, в свою чергу, забезпечує відмінні зарядні-розрядні характеристики;
- конструкція АКБ повністю герметична, завдяки чому пристрій досить безпечний і може використовуватися для експлуатації в житловому приміщенні, при цьому відпадає необхідність в обслуговуванні акумулятора.

3. Тягові акумулятори - це пристрої, розроблені для використання в електричних транспортних засобах та інших техніці, де потрібен великий запас енергії для приводу двигунів і моторів. Такі батареї мають високу енергетичну щільність і можуть видавати велику потужність під час роботи на тривалих інтервалах часу. Це універсальний тип батарей, які не потребують обслуговування. Тягові акумулятори можуть мати різні конструкції та форми, мати різну ємність і діапазон робочих температур. Заряджають АКБ від мережі змінного струму, хоча деякі моделі також можуть використовуватися з сонячними панеллями. Вони принципово відрізняються від звичайних стартерних (автомобільних) акумуляторів. Їхнім безпосереднім завданням є безперервне постачання енергією різної техніки, механізмів і т. ін. Ємність тягових акумуляторів варіюється від 5 А*год до 250 А*год.

Порівняння характеристик тягових акумуляторів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльні характеристики тягових акумуляторів

	LiFePO4	NiMH	LiMnPO4	LiCoO2	Pb
Вид	Літій-залізовий фосфатний акумулятор	Нікель-метал-гідридний акумулятор	Літій-мангановий оксидний акумулятор	Літій-кобальтовий оксидний акумулятор	Свинцевий акумулятор
Ємність/заряд	200Ah	200Ah	200Ah	200Ah	200Ah
Температура	0-40°C	-20-50°C	0-40°C	0-40°C	-30-50°C
Вартість/кВтг	100\$	100\$	100\$	100\$	100\$

Тягові акумулятори є ідеальним вибором для таких пристроїв, де потрібна надійна і довговічна енергетична система. Наприклад, тягові акумулятори використовують для забезпечення живлення електротранспорту — автомобілів, тролейбусів, скутерів, човнів з електромотором, різної спецтехніки — підіймачів, верстатів з ЧПУ, транспортних стрічок і для створення систем енергонезалежності.

4. Літій-іонні акумулятори, широко відомі через використання в портативних комп'ютерах та побутовій електроніці, переважають у найсучаснішому процесі розробки. Традиційно, літій-іонна хімія включає в себе катод оксиду літію, кобальту та графітовий анод. Це дає комерційно вражачої питомої енергії 230 Wh / kg і високу питому потужність з високою ефективністю заряду та розряду від 85 до 95%.

Недоліком літій-іонних акумуляторів є короткий термін життя (500-2000 циклів) і значна втрата ємності з віком [2-4].

VII. Висновки

Розробка та впровадження системи контролю укладки для акумуляторних батарей тролейбуса PTS-12 є важливою частиною у забезпеченні ефективності та надійності роботи електричного транспорту. Ця система дозволяє контролювати правильне встановлення та підключення батарей у слотах, стежити за витратами енергії та спостерігати за ємністю заряду, завдяки чому можна забезпечити тривалу та якісну роботу електричного транспорту.

Перелік посилань

- [1] Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Неплюдов, В. В. Сисєва, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague, 2023. – 321 с.
- [2] Поширені типи акумуляторів, які найчастіше використовуються для накопичення електроенергії. Advance: <https://sun-energy.com.ua/articles/typy-akumulyatoriv>.
- [3] Як вибрати акумулятор? Типи батарей та їх особливості. Advance: <https://sorok.ua/article/kak-vybrat-akkumulyator-tipy-akkumulyatornyh-batarei-i-ih-osobennosti.html>.

ДОДАТОК Б
ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

