

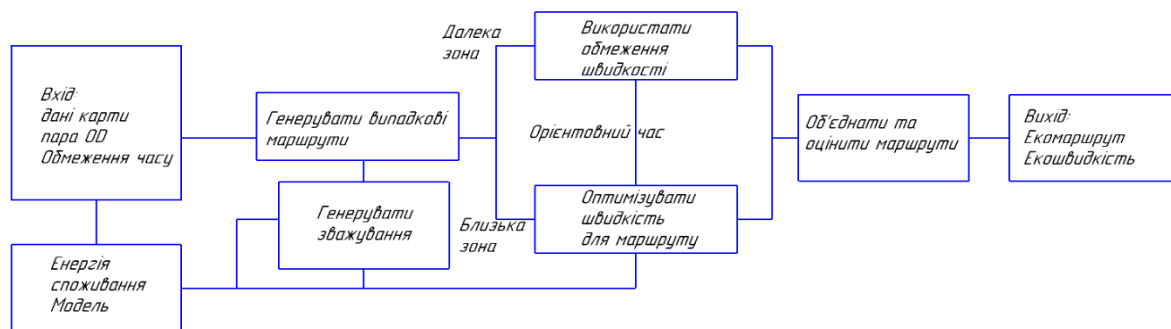


Рисунок 1. Приклад стратегії оптимізації еко-маршруту та швидкості

Споживання енергії транспортними засобами залежить від багатьох технічних і експлуатаційних чинників. Найбільш ефективним напрямком зниження енергоспоживання є комплексна оптимізація конструкції автомобіля, електрифікація та впровадження новітніх технологій керування. Надалі розвиток транспортної енергетики буде пов'язаний з переходом до відновлюваних джерел енергії, більш ефективних акумуляторів та автономних систем управління.

Література

1. Lingyun Hua, Jian Tang and Guoming Zhu A Survey of Vehicle System and Energy Models URL: <https://www.mdpi.com/2076-0825/14/1/10>. Дата звернення: 07.10.25.
2. Huo, D.; Meckl, P. Power management of a plug-in hybrid electric vehicle using neural networks with comparison to other approaches. *Energies* 2022, 15, 5735. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Hua, L.; Dourra, H.; Zhu, G.G. Route and Speed Co-optimization for Improving Energy Consumption of Connected Vehicles. *IEEE/ASME Trans. Mechatron.* 2024, 29, 2830–2838. [Google Scholar] [CrossRef]
4. Р.Р.Заверуха Дослідження зміни робочих параметрів генератора автомобіля в навантажувальному та ненавантажувальному режимі Р.Р. Заверуха, М.І. Котик, Д.В. Чаплій, В.Р. Заверуха Матеріали VIII міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 2025, С.100-101

УДК 629.02

Р.Р.Заверуха, доктор філософії, М.І.Котик, Д.В.Чаплій, В.Ю.Воробець, В.В.Клюк
(Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»)

СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ АКУМУЛЯТОРОНОЇ БАТАРЕЇ (АКБ)

R.R.Zaverukha, Dr.Ph, M.I.Kotyky, D.V.Chaplii, V.Y.Vorobets, V.V.Kliuk
BATTERY POWER SYSTEM

У роботі розглянуто структуру та принципи функціонування системи живлення акумуляторної батареї у сучасних електротехнічних і транспортних засобах. Особливу увагу приділено взаємодії компонентів системи, зокрема зарядного пристрою, перетворювачів напруги, системи керування зарядом та розрядом, а також системи моніторингу стану батареї. Аналіз виконано з урахуванням сучасних тенденцій підвищення енергоефективності та безпеки експлуатації АКБ.

Акумуляторні батареї (АКБ) є основним джерелом живлення у багатьох видах сучасної техніки — від побутових приладів до електромобілів. Ефективне та безпечне

функціонування АКБ значною мірою залежить від правильно організованої системи живлення, яка забезпечує оптимальні умови заряду, розряду, збереження та контролю енергії. У контексті розвитку електротранспорту та автономних енергосистем питання вдосконалення систем живлення АКБ набуває особливої актуальності.

Система живлення акумуляторної батареї зазвичай включає такі основні елементи:

1. Джерело електроенергії — зовнішній зарядний пристрій або генератор (наприклад, у гібридних автомобілях — ДВЗ з генератором).

2. Зарядний модуль — електронний блок, що забезпечує керований процес заряджання, враховуючи напругу, струм та температуру АКБ.

3. DC-DC перетворювач — виконує функцію адаптації напруги до рівнів, необхідних для живлення окремих електричних систем.

4. Система керування батареєю (Battery Management System, BMS) — виконує моніторинг основних параметрів АКБ (напруга, температура, струм), а також забезпечує балансування елементів та захист від перевантажень. Модуль стосується комбінації елементів акумуляторної батареї, які можуть безпосередньо постачати електричну енергію через послідовне з'єднання та режим з'єднання із захисною платою та корпусом. Це одна з вторинних структур системи живлення акумуляторної батареї. Елемент, а саме силовий елемент, в основному містить оксид літію-кобальту, фосфат літію-заліза, оксид літію-марганцю, а також потрібні матеріали літію-нікелю-кобальту-марганцю залежно від матеріалу катода.

Система керування акумуляторами є основним елементом живлення. Вона може визначати стан усієї системи, виявляючи стан локального акумулятора. Вона також може контролювати та регулювати акумулятор, виявляючи стан системи, щоб реалізувати керування енергією кожного блоку в системі живлення акумуляторів та забезпечити безпеку та стабільність. Існує три основні функції акумулятора [1].

Система управління: виявлення, управління разом із захистом, включаючи збір даних, моніторинг стану, контроль балансу, управління температурою, захист безпеки, управління інформацією та інші функції. Вона повинна мати можливість моніторингу в режимі реального часу та регулювання стану керування акумулятором, працюючи синхронно з кількома паралельними підсистемами. У реальному режимі роботи прискорення та уповільнення завжди постійно чергуються, тому система повинна мати можливість приймати динамічний зворотний зв'язок та постійно регулювати свій режим моніторингу та управління [1].

Електрична система. Високовольтні та низьковольтні джгути проводів і реле складають загальну структуру електричної системи. Високовольтний кабель можна розглядати як основний механізм акумулятора, який постійно передає силу серця системи живлення акумулятора до різних необхідних добавок. Низьковольтний кабель може з'являтися як підсистема, яка передає індикатори виявлення та керує сигналами в режимі реального часу. Пристрій також може бути оснащений захистом від перевантаження, тобто для захисту електричної системи від перегріву через перевантаження. Захист від перевантаження має повний спектр функцій, надійну дію та надійний захист від перешкод. Він може стабільно працювати у відносно суворих умовах, тому широко використовується в різних електричних схемах електромобілів [1].

Система терморегуляції. Пристрій терморегуляції акумулятора використовується для забезпечення роботи акумуляторного пристрою в правильному температурному діапазоні. Він складається з корпусу акумулятора, термоперемикача, пристрою відстеження та інших добавок. Існує чотири основні типи систем терморегуляції: повітряне охолодження, водяне охолодження, рідинне охолодження, а також матеріали з фазовим переходом, що є чудовим способом поглинання тепла, що утворюється в результаті хімічної реакції в акумуляторі. Це одна з ключових технологій для забезпечення продуктивності, захисту та міцності акумулятора [1].

5. Система охолодження/нагріву — забезпечує температурну стабільність для продовження терміну служби батареї.

6. Споживачі енергії — електродвигуни, електронні пристрої, освітлення.

Основне завдання системи живлення полягає у забезпеченні:

- надійного заряду АКБ з урахуванням хімічних і температурних характеристик;
- стабільного живлення споживачів енергії у різних режимах роботи;
- захисту АКБ від перевантажень, глибокого розряду та перегріву;
- енергоефективності — мінімізація втрат енергії в системі.

У сучасних системах широко застосовується інтелектуальне керування енергетичними потоками — BMS аналізує дані з датчиків та оптимізує режими роботи АКБ у реальному часі.

У типових електромобілях (наприклад, Tesla Model 3) система живлення включає високовольтну літій-іонну батарею (до 400–800 В), інвертор, двонаправлений DC-DC перетворювач та систему рекуперації енергії. Усі ці елементи координуються BMS, що дозволяє не лише ефективно використовувати енергію, а й продовжити ресурс батареї.

Перспективними напрямками є використання твердотільних акумуляторів, бездротової зарядки, а також систем з рекуперацією тепла та інтелектуальним енергоменеджментом.

Система живлення акумуляторної батареї є ключовим елементом сучасних енергетичних і транспортних систем. Від її ефективності залежить не лише продуктивність техніки, а й безпека, ресурс та енергоефективність усього пристрою. Подальші дослідження у сфері керування, нових матеріалів та схемних рішень сприятимуть розвитку більш надійних та ефективних систем живлення.

Література

1. Xinyang Wei, Huajun Yu Comprehensive Analysis of Power Systems for Hybrid Electric Vehicles. Highlights in Science, Engineering and Technology, 2023, 43, p.512-520

УДК 629.02

Р.Р.Заверуха, доктор філософії, М.І.Котик, Д.В.Чаплій, В.Ю.Воробець, А.А.Осаулко
Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

МОДЕЛІ СИЛОВИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ З ДВЗ, ГІБРИДНИХ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

R.R.Zaverukha, Dr.Ph, M.I.Kotyk, D.V.Chaplii, V.Y.Vorobets, A.A.Osaulko
**POWER UNIT MODELS FOR VEHICLES WITH INTERNAL ENGINES,
HYBRID AND ELECTRIC VEHICLES**

Силовий агрегат є ключовим елементом будь-якого транспортного засобу, визначаючи його динамічні характеристики, витрати енергії та рівень шкідливих викидів. У сучасному автотранспорті використовуються різні типи агрегатів: традиційні ДВЗ, гібридні системи, що поєднують ДВЗ з електродвигуном, та повністю електричні силові установки. Моделювання таких агрегатів дозволяє оцінити їхні характеристики, оптимізувати конструкцію та обрати найефективніший тип для конкретного застосування [1].

Традиційні силові агрегати з ДВЗ складаються з двигуна, трансмісії, системи охолодження, змащення, впуску та випуску. Моделювання таких систем передбачає: розрахунок термодинамічних процесів у циліндрах; моделювання механічних втрат; аналіз ККД на різних режимах роботи.