

Опис об'єкта тестування

Об'єктом тестування є акумуляторна батарея PowerWin BT100 LiFePO4 12.8V 100A*год.

Такий акумулятор широко застосовується у сонячних електростанціях, резервному живленні, а також у портативному обладнанні. Його перевагами є висока надійність, довговічність та наявність інтелектуальної системи захисту.

Основні складові акумулятора:

1. LiFePO4-комірки

Забезпечують накопичення енергії та її віддачу. Комірки з'єднані у батарейний блок для формування системної напруги 12.8 V та ємності 100 A·год.

2. Система керування батареєю (BMS)

Контролює струм, напругу та температуру, захищає акумулятор від перезаряду, глибокого розряду, перевантаження, перегріву та виконує балансування комірок для рівномірної роботи батареї.

3. Датчик температури

Слідкує за температурними умовами всередині батареї. При перегріванні або переохолодженні передає сигнал на BMS для відключення зарядки або розрядки.

4. Силові клеми

Використовуються для заряджання та розряджання акумулятора. Через них підключаються зарядні пристрої або споживачі енергії.

5. Корпус

Виготовлений з міцного пластика, захищає внутрішні компоненти від ударів, пилу, вологи та інших зовнішніх факторів.

6. Комунікація з користувачем через Bluetooth. Можна переглядати параметри роботи акумулятора у мобільному додатку: заряд, температуру, напругу, струм, змінювати параметри налаштувань.

Тест-кейс 1. **Перевірка процесу зарядки акумулятора**

Pre-condition: Акумулятор частково розряджений. Зарядний пристрій сумісний із LiFePO4

Кроки:

- Підключити зарядний пристрій до клем акумулятора
- Увімкнути живлення
- Спостерігати за індикаторами та даними BMS

Expected Result: Акумулятор приймає струм, SOC зростає

Post-condition: Акумулятор заряджається, система стабільна

Тест-кейс 2. **Тест розрядки акумулятора інвертором**

Pre-condition: Акумулятор заряджений, інвертор підключений

Кроки:

- Вимкнути основне живлення
- Активувати споживання через інвертор
- Спостерігати за змінами напруги та струму

Expected Result: Інвертор отримує енергію з акумулятора, розряд стабільний

Post-condition: Акумулятор розряджається відповідно до навантаження

Тест-кейс 3. **Вимірювання напруги мультиметром**

Pre-condition: Акумулятор заряджений

Кроки:

- Підключити мультиметр до клем + і -
- Зчитати показник напруги

Expected Result: На дисплеї 12 - 14 В

Post-condition: Вимірювання завершено, система без змін

Тест-кейс 4. **Перевірка струму зарядки у додатку**

Pre-condition: Зарядка триває, Bluetooth-з'єднання встановлено

Кроки:

- Відкрити мобільний додаток
- Перейти у вкладку струму
- Зчитати значення

Expected Result: Відображається актуальний струм зарядки

Post-condition: Користувач отримав дані, система продовжує працювати

Тест-кейс 5. **Перевірка струму розрядки у додатку**

Pre-condition: Йде розряд через навантаження

Кроки:

- Відкрити додаток
- Перейти у вкладку струму
- Зчитати дані

Expected Result: Відображається актуальний розрядний струм

Post-condition: Дані зафіксовані, розряд триває

Тест-кейс 6. **Перевірка спрацювання BMS при перенапрузі**

Pre-condition: Акумулятор майже повністю заряджений

Кроки:

- Продовжити заряджання
- Спостерігати за показниками напруги

Expected Result: При досягненні граничного рівня BMS відключає заряд

Post-condition: Акумулятор відключений від зарядки, безпечний режим

Тест-кейс 7. **Тест спрацювання BMS при мінімальній напрузі**

Pre-condition: Акумулятор майже повністю розряджений

Кроки:

- Продовжити розряд через інвертор
- Спостерігати за даними напруги

Expected Result: При досягненні порогу BMS відключає навантаження

Post-condition: Розряд припинено, система у захисті

Тест-кейс 8. **Перевірка захисту по високій температурі**

Pre-condition: Високе навантаження, температура зростає

Кроки:

- Розрядити струмом 80А
- Спостерігати за температурою в додатку

Expected Result: При перегріві BMS припиняє розряд

Post-condition: Температура стабілізується, система у безпечному режимі

Тест-кейс 9. **Тест холодного запуску**

Pre-condition: Акумулятор при температурі нижче 0°C

Кроки:

- Спробувати розпочати зарядку
- Перевірити реакцію BMS

Expected Result: Зарядка блокується, BMS спрацьовує

Post-condition: Заряд не виконується до підвищення температури

Тест-кейс 10. **Балансування напруги між комітками**

Pre-condition: Комітки мають різну напругу

Кроки:

- Відкрити мобільний додаток
- Перевірити напругу по кожній комітці
- Дочекатися балансування

Expected Result: Напруга на всіх комітках поступово вирівнюється

Post-condition: Комітки збалансовані, акумулятор стабільний

Тест-кейс 11. **Перевірка Bluetooth-з'єднання з мобільним додатком**

Pre-condition: Смартфон поруч, акумулятор увімкнено

Кроки:

- Увімкнути Bluetooth на телефоні
- Відкрити додаток виробника
- Знайти акумулятор у списку пристроїв
- Спробувати підключитися

Expected Result: З'єднання встановлено, відображаються дані батареї

Post-condition: Додаток підключено до акумулятора, доступна телеметрія

Тест-кейс 12. **Перевірка відображення заряду (SOC)**

Pre-condition: Акумулятор має неповний заряд, додаток підключений

Кроки:

- Відкрити додаток
- Перейти до вкладки заряду
- Перевірити поточне значення SOC

Expected Result: Відображається реальний відсоток заряду

Post-condition: Користувач бачить актуальний рівень заряду

Тест-кейс 13. **Перевірка часу до повного заряду**

Pre-condition: Акумулятор заряджається, додаток підключено

Кроки:

- Відкрити додаток
- Перейти у вкладку статусу зарядки
- Звернути увагу на прогноз часу

Expected Result: Відображається приблизний залишок часу до 100%

Post-condition: Прогнозований час зарядки оновлюється в режимі реального часу

Тест-кейс 14. **Вимірювання температури батареї**

Pre-condition: Додаток відкритий, температура вищає

Кроки:

- Перейти у вкладку температури в додатку
- Зчитати значення температури
- Перевірити наявність сповіщень при перегріві

Expected Result: Дані оновлюються; при перевищенні норм - попередження

Post-condition: Користувач отримує температурну інформацію

Тест-кейс 15. **Перевірка стабільності роботи при зміні навантаження**

Pre-condition: Акумулятор розряджається під різним навантаженням

Кроки:

- Змінювати рівень навантаження
- Спостерігати за струмом і напругою
- Відстежувати реакцію BMS

Expected Result: Акумулятор стабільно адаптується до змін

Post-condition: Робота не порушується, дані оновлюються в реальному часі

Тест-кейс 16. **Перевірка автоматичного відключення при короткому замиканні**

Pre-condition: Імітовано коротке замикання на виводах

Кроки:

- Створити коротке замикання через запобіжний ланцюг
- Перевірити реакцію системи
- Зчитати статус BMS

Expected Result: BMS моментально вимикає вихід

Post-condition: Акумулятор блокує живлення, потребує перезавантаження

Тест-кейс 17. **Тест на саморозряд у стані спокою**

Pre-condition: Акумулятор заряджений на 100%, не підключений ні до чого

Кроки:

- Виміряти напругу на клеммах
- Залишити батарею на 7 днів
- Повторно виміряти напругу

Expected Result: Зміна напруги мінімальна (менше 2%)

Post-condition: Підтверджено низький саморозряд

Тест-кейс 18. **Перевірка запуску інвертора після підключення акумулятора**

Pre-condition: Акумулятор заряджений, інвертор підключено

Кроки:

- Увімкнути інвертор
- Перевірити чи живиться навантаження
- Зчитати показники в додатку

Expected Result: Інвертор працює, параметри в нормі

Post-condition: Акумулятор успішно передає енергію

Тест-кейс 19. **Виявлення несправності комірки**

Pre-condition: Одна комірка має нижчу напругу

Кроки:

- Відкрити додаток
- Перевірити напругу на кожній комірці
- Звернути увагу на поведінку BMS

Expected Result: BMS відключає розряд або заряд, сигналізує помилку

Post-condition: Система переходить у безпечний режим

Тест-кейс 20. **Вимірювання внутрішнього опору батареї через додаток**

Pre-condition: Підключення до додатку, батарея стабільна

Кроки:

- Перейти у вкладку внутрішнього опору
- Провести тест або зчитати поточне значення
- Порівняти з нормою

Expected Result: Опір у допустимих межах (менше 5 мОм)

Post-condition: Дані зафіксовані, акумулятор в нормі

Тест-кейс 21. **Перевірка реакції на пікове навантаження**

Pre-condition: Акумулятор повністю заряджений, підключене навантаження

Кроки:

- Увімкнути велике навантаження 1000 Вт
- Спостерігати за реакцією системи
- Зчитати параметри у додатку

Expected Result: BMS обмежує струм або тимчасово вимикає живлення

Post-condition: Акумулятор захищений від перевантаження

Тест-кейс 22. **Перевірка відновлення роботи після аварійного відключення**

Pre-condition: BMS нещодавно вимкнула живлення через захист

Кроки:

- Дати час для охолодження/відновлення
- Знову увімкнути живлення або зарядку
- Перевірити індикатори та додаток

Expected Result: Акумулятор відновлює роботу після усунення причин

Post-condition: Акумулятор знову готовий до роботи

Тест-кейс 23. **Вимірювання напруги кожної комірки окремо**

Pre-condition: Додаток підключений, батарея в спокої

Кроки:

- Відкрити вкладку з напругами комірок
- Переглянути дані по 4 комірках
- Перевірити, чи всі значення в межах

Expected Result: Напруга комірок в діапазоні 3.2–3.6 В

Post-condition: Дані збережені, система стабільна

Тест-кейс 24. **Тест на вологозахист корпусу**

Pre-condition: Корпус акумулятора сухий

Кроки:

- Імітувати вплив вологи (обережне оббризування корпусу)
- Перевірити внутрішні компоненти та функціональність

Expected Result: Немає короткого замикання чи відмов

Post-condition: Акумулятор справний, корпус захищає

Тест-кейс 25. **Перевірка індикатора стану LED**

Pre-condition: Акумулятор заряджається

Кроки:

Подивитись на світлові індикатори

Зіставити показання з реальним станом SOC

Expected Result: Індикатори відповідають рівню заряду

Post-condition: Візуальна індикація працює правильно

Тест-кейс 26. **Перевірка здатності до швидкої зарядки 30А**

Pre-condition: Акумулятор розряджений, зарядка з високим струмом

Кроки:

- Підключити зарядку на 30А
- Зчитувати температуру та напругу
- Переконатися у стабільності процесу

Expected Result: Акумулятор заряджається без перегріву

Post-condition: BMS регулює процес, без збоїв

Тест-кейс 27. Оцінка затримки Bluetooth-з'єднання

Pre-condition: Додаток ще не підключений

Кроки:

- Запустити додаток
- Увімкнути Bluetooth
- Виміряти час до появи даних

Expected Result: Дані з'являються протягом 3–5 секунд

Post-condition: З'єднання стабільне, затримка в межах норми

Тест-кейс 28. Перевірка роботи після тривалого зберігання

Pre-condition: Акумулятор не використовувався 30+ днів

Кроки:

- Перевірити напругу на клеммах
- Спробувати зарядити чи розрядити
- Спостерігати за поведінкою BMS

Expected Result: Акумулятор функціонує як очікується

Post-condition: Тривале зберігання не вплинуло на роботу

Тест-кейс 29. Перевірка синхронізації SOC після повного циклу

Pre-condition: Акумулятор повністю розряджений та знову заряджений

Кроки:

- Завершити повний зарядно-розрядний цикл
- Перевірити, чи SOC дорівнює 100%
- Перевірити поведінку BMS

Expected Result: SOC коректно синхронізовано

Post-condition: BMS правильно відображає заряд

Тест-кейс 30. **Виявлення втрати Bluetooth-з'єднання**

Pre-condition: Акумулятор і додаток з'єднані

Кроки:

- Вийти за межі дії Bluetooth
- Почекаати кілька секунд
- Повернутись назад

Expected Result: Додаток автоматично перепідключається

Post-condition: Зв'язок відновлений без втрати даних