

1 Cel

- Ustandaryzować pozycje testowe, cele testów, metody testowania, kryteria oceny oraz reguły oceny szafy magazynowania energii z chłodzeniem cieczą.
- Określić warunki i procedury dla szafy magazynowania energii z chłodzeniem cieczą na każdym etapie testowania (odbior zadania testowego, przygotowanie do testu, realizacja testu, zakończenie testu).
- Określić podstawowe zasady testowania szafy magazynowania energii z chłodzeniem cieczą, klasyfikację problemów niezgodnych oraz kryteria oceny jakości.
- Przeprowadzić kontrolę wszystkich właściwości użytkowych szafy magazynowania energii z chłodzeniem cieczą produkowanej przez firmę, aby zapewnić, że bezpieczeństwo i niezawodność szafy spełniają wymagania klienta.
- Wykryć oczywiste lub potencjalne problemy z jakością, aby zapewnić obiektywne dane wspierające poprawę jakości, bezpieczeństwa i niezawodności produktu.

2 Zakres zastosowania

Dotyczy funkcji i wydajności szafy magazynowania energii z chłodzeniem cieczą, wytwarzanej przez Hoenergy New Energy Technology Co., Ltd.

3 Normy powołane

Nr	Numer normy	Opis
1	Wymagania techniczne produktu	„Karta katalogowa produktu”
2	IEC 62933-3-1:2018	(Planowanie i ocena parametrów eksploatacyjnych systemów magazynowania energii) Procedury eksploatacji i utrzymania stacji magazynowania energii
3	IEC 62933-2-1:2017	(Parametry jednostkowe i badania) Ogólne warunki techniczne elektrochemicznych systemów magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym
4	IEC TS 62933-3-2:2023	(Wskaźniki parametrów eksploatacyjnych systemów magazynowania energii) Wskaźniki eksploatacyjne i ocena elektrochemicznych stacji magazynowania energii
5	EN 50549-1:2019	(Przyłączanie urządzeń wytwórczych do sieci niskiego napięcia) Specyfikacja techniczna przyłączania elektrochemicznych systemów magazynowania energii do sieci
6	EN 50549-10:2022	(Ocena/badania zgodności) Specyfikacja badań elektrochemicznych systemów magazynowania energii przyłączonych do sieci
7	IEC 62619:2022	(Przemysłowe ogniwa/akumulatory litowe) Akumulatory litowo-jonowe do magazynowania energii
8	IEC TS 62933-3-2:2023	(Wskaźniki parametrów eksploatacyjnych systemów magazynowania energii) Wskaźniki eksploatacyjne i ocena elektrochemicznych stacji magazynowania energii
9	IEC 62933-2-1:2017	(Parametry jednostkowe i badania) Ogólne warunki techniczne elektrochemicznych systemów magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym
10	EN 50549-10:2022	(Ocena/badania zgodności) Specyfikacja badań elektrochemicznych systemów magazynowania energii przyłączonych do sieci
11	IEC 62477-1:2022	(Bezpieczeństwo elektronicznych przekształtników mocy) Specyfikacja techniczna przekształtników magazynowania energii w elektrochemicznych systemach magazynowania energii

4 Definicja terminów

- **EUT:** Badane urządzenie (Equipment Under Test)
- **AE:** Urządzenie pomocnicze (Auxiliary Equipment)

5 Podstawowe zasady i kryteria oceny testów

5.1 Podstawowe zasady testowania

W oparciu o normy (normy międzynarodowe, krajowe i branżowe), specyfikacje i wymagania testowe oraz z uwzględnieniem danych testowych, ocena szafy magazynowania energii z chłodzeniem cieczą jest przeprowadzana z perspektywy użytkownika, aby ujawnić wady funkcjonalne i potencjalne usterki w trakcie fazy testowej.

Prace testowe są wykonywane niezależnie zgodnie z procesem testowym, bez wpływu czynników zakłócających proces testowania, takich jak postawa i sposób myślenia zespołu deweloperskiego projektu.

5.2 Zasady i normy klasyfikacji problemów

Podział według stopnia niezgodności z cechami jakościowymi produktu:

- **Klasa A (wada krytyczna):** awaria podstawowych funkcji, funkcji bezpieczeństwa itp.
- **Klasa B (wada istotna):** niespełnienie głównych wskaźników lub pozycji szczególnie ważnych dla klienta
- **Klasa C (wada ogólna):** niespełnienie standardowych wskaźników
- **Klasa D (wada dopuszczalna):** wada dopuszczalna w świetle bieżącej sytuacji klienta lub firmy

5.3 Kryteria oceny jakości

Jeżeli wszystkie pozycje kontrolne spełniają określone wymagania, partię ocenia się jako kwalifikującą się.

Jeżeli którakolwiek pozycja kontrolna nie spełnia określonych wymagań, należy wstrzymać kontrolę. Jednostka odpowiedzialna analizuje pozycje niezgodne, ustala przyczyny oraz podejmuje działania korygujące, a następnie ponownie przedkłada partię do kontroli. Jeżeli kontrola powtórna wykaże spełnienie wymagań, partię ocenia się jako kwalifikującą się. Jeżeli kontrola powtórna ponownie wykaże niespełnienie wymagań w odniesieniu do którejkolwiek pozycji, partię ocenia się jako niespełniającą wymagań.

6 Przyrządy, narzędzia i środowisko testowe

6.1 Urządzenia testowe

Lp.	Nazwa urządzenia	Dostawca	Model
1	Tester kabli sieciowych	Pro'sKit (Tajwan)	MT-7028
2	Cęgowy miernik przepływu	Fluke	F393
3	Przenośna kieszonkowa kamera termowizyjna	Fluke	PTi120
4	Miernik temperatury i wilgotności	Fluke	F971
5	Miernik rezystancji izolacji	Fluke	1535/1537
6	Analizator jakości energii	Zhiyuan Electronic	PA5006H-P0600-242
7	Tester wytrzymałości izolacji	Chroma	19053
8	Interfejs CAN	Zhou Ligong	USBCAN-II+
9	Moduł USB na RS485	Ningtai Technology	UT-8890

6.2 Środowisko testowe

- Wysokość miejsca testów nie przekracza 2000 m
- Ciśnienie atmosferyczne 86–106 kPa
- Temperatura otoczenia podczas pracy urządzenia 20 ± 5 °C
- Średnia dzienna wilgotność względna 45%–75%, na urządzeniu nie może występować kondensacja

7 Pozycje testów, metody testowe, kryteria oceny oraz wyniki testów

7.1 Kontrola wyglądu i podstawowych elementów

Obejmuje kontrolę wyglądu, kontrolę urządzenia, kontrolę okablowania, kontrolę zamków drzwi oraz kontrolę wymiarów.

7.1.1 Kontrola wyglądu

Metoda testowania: Sprawdzić tabliczkę znamionową produktu, oznaczenia, logo i wygląd obudowy.

Kryteria oceny: Tabliczka znamionowa, oznaczenia i logo są wyświetlane prawidłowo i wyraźnie; obudowa nie jest uszkodzona ani skorodowana.

Wyniki testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryteria oceny	Wynik
1	Przód produktu	Tabliczka znamionowa, oznaczenia i logo są wyświetlane prawidłowo i wyraźnie; obudowa nie jest uszkodzona ani skorodowana	Pozytywny
2	Lewa strona produktu	Jak wyżej	Pozytywny
3	Prawa strona produktu	Jak wyżej	Pozytywny
4	Tylna strona produktu	Jak wyżej	Pozytywny
5	Tabliczka znamionowa	Jak wyżej	Pozytywny
6	Logo	Jak wyżej	Pozytywny

7.1.2 Kontrola urządzeń

Metoda testowania: Porównaj listę BOM z projektowymi rysunkami instalacyjnymi i sprawdź położenie montażowe oraz stan mocowania następujących komponentów: EMS, PCS, obudowy akumulatorów, agregatu chłodzenia cieczą, rozdzielnic elektrycznej, systemu przeciwpożarowego, osuszacza powietrza itp.

Kryteria oceny: Każde urządzenie jest prawidłowo i niezawodnie zamocowane w odpowiednim położeniu, bez odkształceń i przemieszczeń; śruby mocujące są dokręcone.

Wynik testu:

Nr	Pozycja testowa	Kryteria oceny	Wniosek
1	PCS	Każde urządzenie jest prawidłowo i niezawodnie zamocowane w odpowiednim położeniu, bez odkształceń i przemieszczeń; śruby mocujące są dokręcone	Zgodny
2	EMS	j.w.	Zgodny
3	Obudowa akumulatora	j.w.	Zgodny
4	Agregat chłodzenia cieczą	j.w.	Zgodny
5	Rozdzielnica elektryczna	j.w.	Zgodny
6	Szafa systemu przeciwpożarowego	j.w.	Zgodny
7	Osuszacz powietrza	j.w.	Zgodny
8	Pozostałe komponenty	j.w.	Zgodny

7.1.3 Kontrola okablowania

Metoda testowa: Sprawdzić pozycję po pozycji zgodnie ze schematem elektrycznym:

1. Okablowanie kabli siłowych, kabli komunikacyjnych i kabli zasilania pomocniczego poszczególnych klastrów baterii jest prawidłowe i niezawodne;
2. Okablowanie kabli siłowych, kabli komunikacyjnych i kabli zasilania w poszczególnych szafach zbiorczych jest prawidłowe, a połączenia niezawodne;
3. Okablowanie kabli siłowych, kabli komunikacyjnych, kabli zasilania pomocniczego oraz kabli wentylatora chłodzącego PCS jest prawidłowe i niezawodne;
4. Okablowanie kabli komunikacyjnych i kabli zasilania pomocniczego EMS jest prawidłowe i niezawodne;
5. Okablowanie kabli komunikacyjnych i kabli siłowych rozdzielnic jest prawidłowe i niezawodne;
6. Okablowanie kabli komunikacyjnych oraz kabli siłowych instalacji przeciwpożarowej jest prawidłowe i niezawodne;
7. Przewody uziemiające poszczególnych urządzeń są prawidłowo uziemione, a połączenia niezawodne.

Kryterium oceny: Kable i szyny miedziane są prawidłowo podłączone we wszystkich punktach, a połączenia są niezawodne; przewody uziemiające i kable siłowe są prawidłowo podłączone zgodnie ze schematem, a oznaczenia numerów przewodów są czytelne i prawidłowe.

Wynik testu:

Nr	Pozycja testowa	Kryterium oceny	Wniosek
1	Kable siłowe / szyny miedziane klastrów baterii	Kable i szyny miedziane są prawidłowo podłączone we wszystkich punktach, a połączenia są niezawodne; przewody uziemiające i kable siłowe są prawidłowo podłączone zgodnie ze schematem, a oznaczenia numerów przewodów są czytelne i prawidłowe	Zgodny
2	Kable sygnałowe klastrów baterii	Jak wyżej	Zgodny
3	Kable siłowe skrzynki wysokiego napięcia	Jak wyżej	Zgodny
4	Kable sygnałowe skrzynki wysokiego napięcia	Jak wyżej	Zgodny
5	Kable siłowe / szyny miedziane PCS	Jak wyżej	Zgodny
6	Kable sygnałowe PCS	Jak wyżej	Zgodny
7	Kable zasilania EMS	Jak wyżej	Zgodny
8	Kable sygnałowe EMS	Jak wyżej	Zgodny
9	Kable siłowe i sygnałowe agregatu chłodzenia cieczą	Jak wyżej	Zgodny
10	Kable siłowe i sygnałowe osuszacza	Jak wyżej	Zgodny
11	Kable zasilania i sygnałowe instalacji przeciwpożarowej	Jak wyżej	Zgodny

7.1.4 Kontrola zamków drzwi

Metoda testu: Użyj klucza, aby kolejno odblokować i zablokować każdy zamek drzwi oraz obserwować poszczególne skrzydła drzwi.

Kryteria oceny: Zamek drzwi działa prawidłowo, bez odkształceń i uszkodzeń.

Wynik testu:

Nr	Pozycja testowa	Kryteria oceny	Wniosek
1	Wygląd i funkcja zamka drzwi	Zamek drzwi działa prawidłowo, bez odkształceń i uszkodzeń	Zaliczony

7.1.5 Kontrola wymiarów

Metoda badania: Za pomocą miarki zmierzyć wymiary szafy we wszystkich kierunkach i porównać z dokumentacją projektową.

Kryteria oceny: Zgodnie z normą ISO 2768-1:1989 „Tolerancje ogólne — Część 1: Tolerancje wymiarów liniowych i kątowych”:

Tabela 1 Odchyłki graniczne wymiarów liniowych (mm)

Klasa tolerancji	0,5–3	>3–6	>6–30	>30–120	>120–400	>400–1000	>1000–2000	>2000–4000
Precyzyjna (f)	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	—
Średnia (m)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Zgrubna (c)	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
Bardzo zgrubna (v)	—	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

Odchyłka w kierunku długości $\leq \pm 1,2$ mm; odchyłka w kierunku szerokości $\leq \pm 1,2$ mm; odchyłka w kierunku wysokości $\leq \pm 2$ mm.

Wyniki badania:

Nr	Pozycja badania	Kryteria oceny	Wniosek
1	Długość	Odchyłka wymiaru urządzenia ≤ 10 mm	Zgodne
2	Szerokość	Odchyłka wymiaru urządzenia ≤ 10 mm	Zgodne
3	Wysokość	Odchyłka wymiaru urządzenia ≤ 10 mm	Zgodne

7.2 Testy funkcjonalne

7.2.1 Kontrola po włączeniu zasilania klastra akumulatorów

Metoda testowania:

1. Zmierz napięcie B+/B- pomiędzy każdym PACK-iem akumulatorowym a skrzynką wysokiego napięcia;
2. Zamknij wyłącznik skrzynki wysokiego napięcia;
3. Połącz komputer ze skrzynką wysokiego napięcia za pomocą modułu CAN, uruchom jednostkę sterującą główną i odczytaj dane klastra akumulatorów.

Kryteria oceny: Napięcie PACK-a, napięcie klastra akumulatorów oraz maksymalna różnica napięć są zgodne z normą (napięcie PACK-a 134,4–172,8 V, różnica napięć <0,5 V; napięcie klastra akumulatorów 672–864 V, różnica napięć <2 V). Zasilanie skrzynki wysokiego napięcia działa prawidłowo, brak alarmów. Napięcia poszczególnych klastrów akumulatorów, PACK-ów oraz ogniw są prawidłowe, a dane ze wszystkich czujników temperatury są poprawne.

Wyniki testu:

Pozycja	Wartość normy	Próbka	Numer PACK-a	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Różnica napięć	Wniosek
Kontrola klastra akumulatorów	134,4–172,8 V	1	#1	Vout (V)	Vout (V)	—	Zgodny
Kontrola klastra akumulatorów	672–864 V	1	—	Vout (V)	Vout (V)	—	Zgodny
Kontrola maksymalnej różnicy napięć PACK-ów	różnica napięć 0–0,5 V	1	—	Vout (V)	Vout (V)	0–0,5	Zgodny

7.2.2 Kontrola procedury uruchomienia

Metoda testowa:

1. Zamknąć wyłącznik po stronie AC;
2. Zamknąć wyłączniki zespołu chłodzenia cieczą, instalacji przeciwpożarowej, wentylatora, zasilania 24 V, gniazdek, oświetlenia, skrzynki wysokiego napięcia itp.;
3. Załączyć klaster baterii.

Kryteria oceny: System działa prawidłowo, w trakcie uruchomienia nie występują żadne alarmy ani zadziałania zabezpieczeń.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryteria oceny	Wniosek
1	Procedura uruchomienia	System działa prawidłowo, w trakcie uruchomienia nie występują żadne alarmy ani zadziałania zabezpieczeń	Zaliczony

7.2.3 Kontrola danych EMS

Metoda testowa: Po włączeniu zasilania systemu należy odpowiednio zalogować się do lokalnej platformy EMS oraz platformy chmurowej w celu sprawdzenia danych platformy.

Kryterium oceny: Dane w lokalnej platformie EMS oraz platformie chmurowej muszą być przez cały czas prawidłowe.

Wynik testu:

Lp.	Element testowy	Kryterium oceny	Wniosek
1	Kontrola danych EMS	Dane w lokalnej platformie EMS oraz platformie chmurowej muszą być przez cały czas prawidłowe	Pozytywny

7.2.4 Kontrola informacji o klastrze akumulatorów

Metoda testowania:

1. Zaloguj się do lokalnej platformy EMS oraz do platformy chmurowej;
2. Sprawdź następujące informacje: napięcie klastra, prąd klastra, SOC klastra, pojemność ładowania, pojemność rozładowania, pojemność pojedynczego ładowania, pojemność pojedynczego rozładowania, skumulowana pojemność ładowania, skumulowana pojemność rozładowania, maksymalne napięcie ogniwa, minimalne napięcie ogniwa, średnia temperatura, maksymalna temperatura ogniwa, minimalna temperatura ogniwa, SOH ogniwa, rezystancja izolacji R+, rezystancja izolacji R-, średni SOC itp.

Kryterium oceny: Informacje o klastrze akumulatorów są prawidłowe.

Wynik testu:

Lp.	Element testu	Kryterium oceny	Wniosek
1	Kontrola informacji o klastrze akumulatorów	Informacje o klastrze akumulatorów są prawidłowe	Zaliczony

7.2.5 Kontrola dokładności pomiaru napięcia terminala klastra akumulatorów

Metoda testowa:

1. Za pomocą woltomierza uniwersalnego zmierz napięcie na zaciskach pakietu akumulatorów PACK, oznaczając je jako V1;
2. Odczytaj napięcie na zaciskach pakietu akumulatorów PACK z lokalnej platformy EMS / platformy chmurowej, oznaczając je jako V2;
3. Oblicz błąd pomiaru napięcia na zaciskach według wzoru $(V2-V1)/V1$;
4. Przyjmij maksymalną wartość błędu obliczoną w trakcie procesu testowego.

Kryterium oceny: błąd pomiaru $\leq \pm 5\%$.

Wyniki testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Próbka	Numer PACK	Wartość zmierzona Vout (V)	Dane EMS Vout (V)	Host BMS Vout (V)	Różnica napięcia	Wniosek
Kontrola dokładności napięcia PACK	-0.50%~+0.50%	1	#1	-0.50%	-0.50%	—	—	Pozytywny
j.w.	j.w.	2	—	—	—	—	—	Pozytywny
j.w.	j.w.	3	—	—	—	—	—	Pozytywny
j.w.	j.w.	4	—	—	—	—	—	Pozytywny
j.w.	j.w.	5	—	—	—	—	—	Pozytywny
Kontrola dokładności napięcia klastra akumulatorów	-0.50%~+0.50%	1	—	-0.50%	-0.50%	—	—	Pozytywny

7.2.6 Test dokładności napięcia na zaciskach PCS

Metoda testowania:

1. Za pomocą woltomierza miernika uniwersalnego zmierz napięcie V1 na zaciskach DC PCS oraz napięcia trójfazowe VA1, VB1, VC1 po stronie AC;
2. Odczytaj napięcie V2 na zaciskach DC PCS oraz napięcia trójfazowe VA2, VB2, VC2 po stronie AC z platformy lokalnej / chmurowej EMS;
3. Obliczyć błędy pomiaru napięcia na zaciskach: $(V2-V1)/V1$, $(VA1-VA2)/VA1$, $(VB1-VB2)/VB1$, $(VC1-VC2)/VC1$;
4. Przyjąć maksymalną wartość błędu obliczoną w trakcie procesu testowania.

Kryteria oceny: Błąd pomiaru $\leq \pm 5\%$, zgodnie ze specyfikacją PCS.

Wyniki testu:

Pozycja	Wartość znamionowa	Próbka	Kategoria	Wartość zmierzona	Dane platformy	Różnica napięcia	Wniosek
Test dokładności napięcia na zaciskach PCS	-0,50% ~ +0,50%	1	Napięcie fazy A	-0,50%	0,50%	—	Zgodny
j.w.	j.w.	1	Napięcie fazy B	—	—	—	Zgodny
j.w.	j.w.	1	Napięcie fazy C	—	—	—	Zgodny
j.w.	j.w.	1	Napięcie DC	—	—	—	Zgodny

7.2.7 Kontrola oświetlenia

Metoda testowania: Otworzyć i zamknąć drzwi komory baterii, obserwować stan oświetlenia.

Kryterium oceny: Oświetlenie działa prawidłowo.

7.2.8 Kontrola wentylatora chłodzącego PCS

Metoda testowania:

1. Uruchom PCS;
2. Jeśli temperatura radiatora PCS przekroczy wartość zadaną, zaobserwuj działanie wentylatora PACK;
3. Zatrzymaj PCS;
4. Ponownie zaobserwuj działanie wentylatora.

Kryteria oceny: Gdy moc czynna/bierna ładowania i rozładowania PCS jest niższa od wartości zadanej (np. 1% mocy znamionowej), a temperatura radiatora PCS przekroczy temperaturę zadaną (80 °C), wentylator uruchamia się i pracuje do momentu obniżenia się temperatury radiatora do temperatury zadanej (60 °C); gdy moc czynna/bierna ładowania i rozładowania PCS jest wyższa od wartości zadanej (np. 1% mocy znamionowej), a temperatura radiatora PCS przekroczy temperaturę zadaną (60 °C), wentylator uruchamia się i pracuje do momentu obniżenia się temperatury do wartości zadanej (50 °C).

Wyniki testu:

Lp.	Pozycja testowa	Wniosek
1	Kierunek przepływu powietrza wentylatora	Pozytywny
2	Logika sterowania wentylatorem	Pozytywny

7.2.9 Kontrola danych agregatu chłodzenia cieczą

Metoda testowania:

1. Obserwacja wartości temperatury uruchomienia chłodzenia / wartości temperatury uruchomienia grzania agregatu chłodzenia cieczą;
2. Porównanie danych chłodzenia cieczą w EMS lokalnym i w chmurze;
3. Ręczne ustawienie wartości temperatury uruchomienia chłodzenia / wartości temperatury uruchomienia grzania agregatu chłodzenia cieczą i obserwacja stanu pracy.

Kryteria oceny:

1. Gdy PCS pracuje: najwyższa temperatura ≥ 35 °C uruchamia chłodzenie; temperatura ≤ 20 °C powoduje przejście do utrzymywania temperatury w obiegu wody; temperatura ≤ 5 °C uruchamia grzanie; temperatura wzrasta do 15 °C — przejście do utrzymywania temperatury w obiegu wody.
2. Gdy PCS nie pracuje: najwyższa temperatura ≥ 40 °C uruchamia chłodzenie; temperatura ≤ 35 °C — TMS zatrzymuje się; temperatura ≤ 5 °C uruchamia grzanie; temperatura wzrasta do 15 °C — TMS zatrzymuje się.

Wyniki testu:

Nr	Pozycja testowa	Kryteria oceny	Wniosek
1	Kontrola danych agregatu chłodzenia cieczą	Logika sterowania prawidłowa	Pozytywny

7.2.10 Kontrola systemu przeciwpożarowego

Metoda testowania: Obserwacja stanu systemu przeciwpożarowego oraz informacji zwrotnych na platformie lokalnej/chmurze EMS.

Kryteria oceny: System przeciwpożarowy działa prawidłowo, informacja zwrotna jest poprawna.

Wyniki testu:

Nr	Pozycja testowa	Wniosek
1	Stan pracy	Zaliczono
2	Sygnalizacja usterki	Zaliczono

7.2.11 Sprawdzenie wyłącznika awaryjnego

Metoda testowania:

1. Wysyłaj polecenia ładowania i rozładowywania z mocą znamionową systemu poprzez EMS lokalnie/chmurowo;
2. Naciśnij wyłącznik awaryjny;
3. Obserwuj stan pracy systemu oraz stan lampek sygnalizacyjnych.

Kryterium oceny: Po naciśnięciu wyłącznika awaryjnego system zatrzymuje ładowanie i rozładowywanie, a lampka sygnalizacyjna wyłącznika awaryjnego zapala się; po zwolnieniu wyłącznika awaryjnego system wznowia ładowanie i rozładowywanie, a lampka sygnalizacyjna wyłącznika awaryjnego gaśnie.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Wniosek
1	Informacja zwrotna o stanie jest prawidłowa	Zaliczony
2	Logika jest prawidłowa	Zaliczony

7.2.12 Test symulacji alarmów BMS

Metoda testowania:

1. Obserwuj aktualny prąd ładowania i rozruchu BMS, napięcie poszczególnych ogniw oraz wartość temperatury poszczególnych ogniw;
2. Ustaw wartość alarmową skonfigurowaną na jednostce głównej na wartość niższą niż aktualna;
3. Obserwuj stan pracy całego systemu;
4. Ustaw wartość alarmową skonfigurowaną na jednostce głównej na wartość wyższą niż aktualna;
5. Obserwuj stan pracy całego systemu.

Kryteria oceny: Zgodne z normami technicznymi.

Wyniki testu:

Nr	Typ alarmu	Kryteria oceny	Wniosek
1	Przebiecie pojedynczego ogniwa	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
2	Przebiecie całego pakietu	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
3	Nadmierne rozładowanie pojedynczego ogniwa	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
4	Nadmierne rozładowanie całego pakietu	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
5	Przetężenie podczas rozruchu	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
6	Przetężenie podczas ładowania	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
7	Przegrzanie podczas ładowania	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
8	Przegrzanie podczas rozruchu	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny
9	Alarm SOC	Zgodne z normami technicznymi	Pozytywny

7.2.13 Test symulacji alarmów PCS

Metoda testowa:

1. Zasymuluj alarm podnapięciowy PCS;
2. Zasymuluj alarm nieprawidłowej kolejności (sekwencji) PCS;
3. Obserwuj stan PCS oraz stan ładowania/rozładowania.

Kryteria oceny:

Po wystąpieniu alarmu system zatrzymuje ładowanie i rozładowanie; po ustąpieniu alarmu ładowanie i rozładowanie zostaje przywrócone do stanu normalnego.

Wyniki testów:

Nr	Typ alarmu	Kryteria oceny	Wniosek
1	Podnapięciowy	Spełnia normy techniczne	Pozytywny
2	Nieprawidłowa kolejność	Spełnia normy techniczne	Pozytywny

7.2.14 Test alarmowy symulacji komunikacji BMS z EMS

Metoda testowa:

1. Odłącz przewód komunikacyjny między BMS a EMS;
2. Obserwuj stan EMS lokalnie lub w chmurze;
3. Przywróć przewód komunikacyjny między BMS a EMS;
4. Obserwuj stan EMS lokalnie lub w chmurze.

Kryterium oceny: Po odłączeniu przewodu komunikacyjnego system zatrzymuje ładowanie oraz rozładowanie i generuje alarm systemowy; po przywróceniu przewodu komunikacyjnego system wznowia normalne ładowanie oraz rozładowanie.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryterium oceny	Wniosek
1	Symulacja alarmu komunikacji BMS z EMS	Odłączenie przewodu powoduje zatrzymanie i alarm, przywrócenie przewodu powoduje wznowienie	Zaliczony

7.2.15 Test symulacji alarmu komunikacji między PCS a EMS

Metoda testowa:

1. Odłącz linię komunikacyjną między PCS a EMS;
2. Obserwuj stan EMS lokalnie lub w chmurze;
3. Przywróć linię komunikacyjną między PCS a EMS;
4. Obserwuj stan EMS lokalnie lub w chmurze.

Kryterium oceny: Po odłączeniu linii komunikacyjnej system zatrzymuje ładowanie i rozładowanie oraz generuje alarm systemowy. Po przywróceniu linii komunikacyjnej system wraca do normalnego ładowania i rozładowania.

Wynik testu:

Lp.	Element testowy	Kryterium oceny	Wniosek
1	Symulacja alarmu komunikacji między PCS a EMS	Odłączenie linii powoduje zatrzymanie i alarm, przywrócenie linii przywraca działanie	Pozytywny

7.2.16 Test alarmowy komunikacji między symulowanym BMS a PCS

Metoda testowa:

1. Odłącz przewód komunikacyjny między PCS a BMS;
2. Obserwuj stan EMS lokalnie lub w chmurze;
3. Przywróć przewód komunikacyjny między PCS a BMS;
4. Obserwuj stan EMS lokalnie lub w chmurze.

Kryterium oceny: Po odłączeniu przewodu komunikacyjnego system zatrzymuje ładowanie i rozładowanie oraz generuje alarm systemowy; po przywróceniu przewodu komunikacyjnego system wznowia normalne ładowanie i rozładowanie.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryterium oceny	Wniosek
1	Alarm komunikacyjny między symulowanym BMS a PCS	Odłączenie przewodu powoduje zatrzymanie i alarm, przywrócenie przewodu przywraca działanie	Pozytywny

7.2.17 Test alarmowy komunikacji między symulowanym BMS a agregatem chłodzenia cieczą

Metoda testowa:

1. Odłączyć przewód komunikacyjny między klimatyzatorem a BMS;
2. Obserwować stan EMS lokalnie lub w chmurze;
3. Przywrócić przewód komunikacyjny między klimatyzatorem a BMS;
4. Obserwować stan EMS lokalnie lub w chmurze.

Kryteria oceny: Po odłączeniu przewodu komunikacyjnego system zatrzymuje ładowanie i rozładowywanie oraz generuje alarm systemowy; po przywróceniu przewodu komunikacyjnego system wznowia normalne ładowanie i rozładowywanie.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryteria oceny	Wniosek
1	Alarm komunikacji między symulowanym BMS a agregatem chłodzenia cieczą	Odłączenie przewodu powoduje zatrzymanie i alarm, przywrócenie przewodu przywraca działanie	Pozytywny

7.2.18 Test izolacji

Metoda testowania: Zmierzyć rezystancję izolacji między zaciskami wejścia/wyjścia szafy zintegrowanej a obudową, a także rezystancję izolacji między B+/B- skrzynki wysokonapięciowej a obudową, przy napięciu 3110 VDC przez 10 s.

Kryterium oceny: Rezystancja izolacji nie powinna być mniejsza niż 1 MΩ.

Wyniki testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Próbka	Kategoria	Wartość zmierzona (Ω)	Wniosek
Test izolacji	≥1 MΩ	1	B+ względem obudowy	—	Pozytywny
Test izolacji	≥1 MΩ	1	B- względem obudowy	—	Pozytywny

7.2.19 Próba wytrzymałości napięciowej

Metoda badania: Zmierzyć prąd upływu między zaciskami wejścia/wyjścia szafy zintegrowanej a obudową oraz prąd upływu między wysokonapięciowymi zaciskami B+/B- a obudową, przy napięciu 3110 VDC przez 60 s.

Kryterium oceny: Prąd upływu < 1 mA.

Wyniki badania:

Pozycja	Wartość normatywna	Próbka	Kategoria	Prąd upływu (mA)	Wniosek
Próba wytrzymałości napięciowej	< 1 mA	1	B+ względem obudowy	—	Pozytywny
Próba wytrzymałości napięciowej	< 1 mA	1	B- względem obudowy	—	Pozytywny

7.2.20 Test kalibracji SOC

Metoda testowania:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS ładuje z mocą 1/2 mocy znamionowej;
2. Obserwuj dane SOC BMS, aż do zadziałania zabezpieczenia BMS przed nadmiernym rozładowaniem.

Kryterium oceny: Wartość kalibracji SOC przy pełnym naładowaniu wynosi 100%.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryterium oceny	Wniosek
1	Test kalibracji SOC	Kalibracja SOC do 100%	Pozytywny

7.2.21 Test pełnej mocy

Metoda testowa:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS rozładowuje z pełną mocą do osiągnięcia wartości granicznej, a następnie ładuje z pełną mocą do osiągnięcia wartości granicznej;
2. Obserwacja stanu pracy całego systemu.

Kryterium oceny: Podczas procesu ładowania i rozładowania z pełną mocą nie występują alarmy ani działania ochronne, a proces ładowania i rozładowania nie jest przerywany.

Wynik testu:

Lp.	Pozycja testowa	Kryterium oceny	Wniosek
1	Test pełnej mocy	Brak alarmów i działań ochronnych podczas procesu ładowania i rozładowania, proces nie jest przerywany	Pozytywny

7.2.22 Test wydajności ładowania i rozładowania

Metoda testu:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS rozładowuje z pełną mocą do stanu zakończenia, następnie ładuje z pełną mocą do stanu zakończenia, a potem ponownie rozładowuje z pełną mocą do stanu zakończenia;
2. Za pomocą analizatora jakości energii odczytać energię pełnego ładowania W1 oraz energię pełnego rozładowania W2;
3. Obliczyć średnią wydajność $\eta = W2/W1 \times 100\%$.

Kryterium oceny: Średnia wydajność jest większa niż wymagania projektowe systemu.

Wynik testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Próbka	Kategoria	Ilość ładowania	Ilość rozładowania	Wydajność	Wniosek
Test wydajności ładowania i rozładowania	Spełnia wymagania projektowe	1	Pełna moc	—	—	—	Zgodny

7.2.23 Test różnicy temperatur

Metoda testowa:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS rozładowuje z pełną mocą do stanu odcięcia, następnie ładuje z pełną mocą do stanu odcięcia, a potem ponownie rozładowuje z pełną mocą do stanu odcięcia;
2. Zarejestruj wartości temperatury z każdego czujnika temperatury;
3. Oblicz różnicę temperatur.

Kryterium oceny: Maksymalna różnica temperatur nie przekracza 10 °C.

Wynik testu:

Pozycja	Wartość normy	Moc (kW)	Numer klastra akumulatorów	Temperatura maksymalna (°C)	Temperatura minimalna (°C)	Różnica temperatur (°C)	Wniosek
Test różnicy temperatur	<10 °C	Pełna moc	#1	—	—	—	Pozytywny

7.2.24 Test różnicy napięć

Metoda testowa:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS rozładowuje z pełną mocą do stanu odcięcia, następnie ładuje z pełną mocą do stanu odcięcia, a następnie ponownie rozładowuje z pełną mocą do stanu odcięcia;
2. Zarejestruj napięcia poszczególnych ogniw i oblicz maksymalną różnicę napięć.

Kryterium oceny: Maksymalna różnica napięć nie przekracza 200 mV.

Wynik testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Moc (kW)	Numer klastra akumulatorów	Najwyższe napięcie ogniwa (mV)	Najniższe napięcie ogniwa (mV)	Różnica napięć (mV)	Wniosek
Test różnicy napięć	<200 mV	Pełna moc	#1	—	—	—	Kwalifikowany

7.2.25 Test dokładności SOC

Metoda testowa:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS przeprowadza rozładowanie z pełną mocą do poziomu odcięcia, następnie ładowanie z pełną mocą do poziomu odcięcia, a potem ponownie rozładowanie z pełną mocą do poziomu odcięcia;
2. Za pomocą analizatora jakości energii obliczyć SOC ładowania i SOC rozładowania, a następnie porównać z danymi BMS.

Kryterium oceny: Błąd SOC nie przekracza 5%.

Wynik testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Moc	Wartość zmierzona	Wartość obliczona	Odchylenie	Wniosek
Test dokładności SOC	<5%	Moc znamionowa	—	—	—	Pozytywny

7.2.26 Test pojemności

Metoda testowania:

1. Lokalny/chmurowy system sterowania EMS rozładowuje z pełną mocą do osiągnięcia wartości końcowej, następnie ładuje z pełną mocą do osiągnięcia wartości końcowej, a następnie ponownie rozładowuje z pełną mocą do osiągnięcia wartości końcowej;
2. Za pomocą analizatora jakości energii obliczane są pojemność ładowania oraz pojemność rozładowania;

3. Obliczana jest różnica pojemności.

Kryterium oceny: Pojemność nie powinna być niższa niż 95% pojemności znamionowej.

Wynik testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Moc	Wartość zmierzona	Wniosek
Test pojemności	>95%	Moc znamionowa	—	Pozytywny

7.2.27 Weryfikacja numeru wersji oprogramowania

Metoda testowania:

1. Sprawdzić wersję oprogramowania sterownika głównego;
2. Sprawdzić wersję oprogramowania sterownika podrzędnego.

Kryterium oceny: Numer wersji jest prawidłowy.

Wynik testu:

Nr	Kategoria	Numer wersji	Wniosek
1	BMS – sterownik główny	—	Zaliczono
2	BMS – sterownik podrzędny	—	Zaliczono

7.2.28 Test aktualizacji OTA BMS

Metoda testowania:

1. Zaktualizuj program sterownika głównego BMS oraz program sterownika podrzędnego za pośrednictwem platformy chmurowej EMS, obserwuj proces aktualizacji oraz zjawiska występujące po aktualizacji, powtórz 10 razy;
2. Zaktualizuj program sterownika głównego BMS oraz program sterownika podrzędnego za pośrednictwem oprogramowania nadrzędnego (host) sterownika głównego BMS, obserwuj proces aktualizacji oraz zjawiska występujące po aktualizacji, powtórz 10 razy.

Kryteria oceny: Aktualizacja programu przebiega prawidłowo, a urządzenie działa poprawnie po aktualizacji.

Wyniki testu:

Nr	Pozycja testowa	Wniosek
1	Aktualizacja za pośrednictwem platformy chmurowej przebiega prawidłowo	Zaliczony
2	Aktualizacja za pośrednictwem oprogramowania nadrzędnego BMS przebiega prawidłowo	Zaliczony

7.2.29 Test hałasu

Metoda testowania:

Zmierzyć poziom hałasu generowany przez urządzenie podczas pracy przy pełnym obciążeniu za pomocą miernika poziomu dźwięku w odległości 1 m i 1,2 m od urządzenia w położeniu poziomym oraz zanotować wartość maksymalną.

Kryterium oceny:

Zgodnie z normą IEC 62933-2-1:2017 (parametry jednostki i testy): poziom hałasu nie większy niż 80 dB.

Wyniki testu:

Pozycja	Wartość normatywna	Wartość zmierzona	Wniosek
Test hałasu	≤80 dB	—	Spełnia

7.2.30 Test wodoodporności

Metoda badania: IPX4: należy użyć głowicy natryskowej z 121 otworami o średnicy 0,5 mm, ustawić natężenie przepływu wody na 10 l/min, odległość próbki od dyszy na 300–500 mm, a czas trwania badania na 10 min.

Kryteria oceny: Wewnątrz urządzenia nie stwierdza się uszkodzeń spowodowanych wnikaniem wody; ogólnie rzecz biorąc, nawet w przypadku przedostania się wody jej ilość nie jest wystarczająca, aby wpłynąć na normalne działanie urządzenia lub zagrozić bezpieczeństwu. Zgodnie z normą IEC 60529:2013.

Warunki badania:

- Temperatura otoczenia: 15–35 °C; wilgotność otoczenia: 25–75%RH; ciśnienie atmosferyczne: 86–106 kPa
- Urządzenie badawcze: maszyna do badania stopnia ochrony przed wodą ZC1207 IPX3-X6
- Po badaniu należy sprawdzić obecność wody wewnątrz obudowy

Norma referencyjna: IEC 60529:2013

Wynik badania: Po badaniu IPX4 strona żaluzji urządzenia została poddana działaniu wody deszczowej, a wewnątrz urządzenia stwierdzono wyraźne ślady wody.

7.2.31 Test zabezpieczenia przed przepływem wstecznym

Metoda testowa:

1. Nastawić punkt mocy zabezpieczenia przed przepływem wstecznym P_{nl} oraz czas zadziałania T_d (spełniający wymagania badania);
2. System realizuje dwa tryby pracy: łagodzenie szczytów i wyrównywanie dolin oraz bieżące sterowanie. Każdy z trybów wymaga oddzielnej pracy w stanie ładowania oraz rozładowania;
3. W wyżej wymienionych czterech stanach pracy, regulować moc obciążenia elektronicznego tak, aby pracowało ono w zakresie 0–50 kW;
4. Czas trwania przepływu wstecznego nie może być krótszy niż 5 s;
5. Przy pomocy analizatora jakości energii rejestrować parametry takie jak moc czynna w punkcie przyłączenia magazynu energii oraz w punkcie PCC.

Kryterium oceny: Czas zadziałania zabezpieczenia przed przepływem wstecznym nie dłuższy niż 2 s.

Wyniki testu:

Tryb	Średni czas zadziałania (s)	Wniosek
Łagodzenie szczytów i wyrównywanie dolin (ładowanie)	1,581	Pozytywny
Łagodzenie szczytów i wyrównywanie dolin (rozładowanie)	1,931	Pozytywny
Bieżące sterowanie (ładowanie)	1,897	Pozytywny
Bieżące sterowanie (rozładowanie)	1,663	Pozytywny

7.2.32 Test zabezpieczenia przed przeciążeniem

Metoda testowa:

1. Nastawić wartość zadaną mocy zabezpieczenia przed przeciążeniem P_{gz} oraz czas zadziałania T_d (spełniając wymagania testu);
2. System realizuje trzy tryby: ścinanie szczytów i wypełnianie dolin, dynamiczne zwiększanie pojemności oraz bieżące sterowanie; każdy tryb musi pracować zarówno w stanie ładowania, jak i rozładowania;
3. W powyższych sześciu warunkach pracy należy regulować moc obciążenia elektronicznego tak, aby obciążenie elektroniczne pracowało w zakresie 0–50 kW;
4. Czas trwania przeciążenia nie może być krótszy niż 5 s;
5. Za pomocą analizatora należy rejestrować parametry, takie jak moc czynna w punkcie przyłączenia magazynu energii oraz w punkcie PCC.

Kryterium oceny: Czas zadziałania zabezpieczenia przed przeciążeniem nie może być dłuższy niż 2 s.

Wyniki testu:

Tryb	Średni czas zadziałania (s)	Wniosek
Ścinanie szczytów i wypełnianie dolin (ładowanie)	1,663	Pozytywny
Ścinanie szczytów i wypełnianie dolin (rozładowanie)	1,651	Pozytywny
Dynamiczne zwiększanie pojemności (ładowanie)	1,710	Pozytywny
Dynamiczne zwiększanie pojemności (rozładowanie)	—	Pozytywny
Bieżące sterowanie (ładowanie)	—	Pozytywny
Bieżące sterowanie (rozładowanie)	—	Pozytywny

7.2.33 Test stabilności

Metoda testowania:

1. Platforma chmurowa konfiguruje parametry taryfy energetycznej elektrowni i generuje planowaną moc, a następnie przesyła ją do lokalnego EMS;
2. Parametry operacyjne obejmują parametry zabezpieczenia przed przepływem zwrotnym, parametry zabezpieczenia przed przeciążeniem, pojemność elektrowni, górny i dolny limit SOC, konfigurację licznika energii, konfigurację komunikacji itp.;

3. Uruchomić elektrownię, magazyn energii uczestniczy w lokalnym szczycie削峰填谷 (ang. peak shaving and valley filling), a analizator jakości energii elektrowni rejestruje parametry takie jak moc czynna magazynu energii oraz punktu przyłączenia do sieci;
4. Warunkowo ręcznie nastawić parametry przeciążenia i przepływu zwrotnego, tak aby spełniały warunki uruchomienia funkcji zabezpieczających.

Kryteria oceny:

1. Platforma chmurowa i system lokalny działają prawidłowo, w tym czy ładowanie i rozładowanie systemu magazynowania energii spełnia plan pracy w zakresie wyrównywania szczytów i dolin obciążenia;
 2. Czy funkcje zabezpieczające na wszystkich poziomach działają prawidłowo, w tym zabezpieczenia SOC, przeciążenia i przepływu zwrotnego;
 3. Czy monitorowanie danych elektrowni działa prawidłowo, w tym parametrów elektrycznych w czasie rzeczywistym, informacji o interfejsie platformy chmurowej oraz danych o mocy;
 4. Urządzenia elektryczne i urządzenia monitorujące nie zawieszają się, nie zacinają się i są prawidłowo podłączone.
-