

**Керівництво IALA №1044**

**щодо вторинних батарей  
для засобів навігаційного забезпечення мореплавства**

**Видання 1**

**Червень 2005 року**



20ter, rue Schnapper, 78100

Saint Germain en Laye, France

Телефон: +33 1 34 51 70 0 Телефакс: +33 1 34 51 82 05

E-mail - [iala-aism@wanadoo.fr](mailto:iala-aism@wanadoo.fr)

Internet - [www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)

## Перегляди документу

Перегляди документу IALA слід зазначати в таблиці до випуску переглянутого документу.

Дата	Переглянута сторінка/розділ	Вимоги до перегляду
Травень 2005 року	Даний документ об'єднує відповідні розділи таких публікацій:  Технічне обслуговування та експлуатація батарей (Керівництво 1025 – грудень 2001 року) та  Керівництво щодо безпечного обслуговування батарей (Керівництво 1002–1994/1996 рр.)	Зміни в технології виробництва батарей призвели до злиття та оновлення двох існуючих документів

## З М І С Т

<b>1</b>	<b>ВСТУП .....</b>	<b>4</b>
1.1	Основні завдання та мета .....	4
1.2	Типи батарейних систем живлення	4
1.3	Категорії застосування вторинних батарей	5
<b>2</b>	<b>ГОЛОВНІ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНОМАНІТНИХ ВИДІВ БАТАРЕЙ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В МОРСЬКИХ ЗАСОБАХ НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ (AtoN)</b>	<b>5</b>
2.1	Існуючі види батарей	9
2.2	Нові типи батарей	10
<b>3</b>	<b>ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ КРИТЕРІЇ ВТОРИННИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ</b>	<b>10</b>
3.1	Загальні умови експлуатації	14
3.2	Ємність	14
3.3	Ресурс при циклічному навантаженні	14
3.4	Контроль зарядження	15
3.5	Зберігання стану зарядження	15
3.6	Захист від надлишкового зарядження	16
3.7	Механічна зносостійкість	16
3.8	Повторне використання та утилізація	16
<b>4</b>	<b>БЕЗПЕЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ БАТАРЕЙ</b>	<b>17</b>
4.1	Застережливі заходи поводження з батареями	17
4.2	Встановлення	20
4.3	Вентиляція	20
<b>5</b>	<b>ПРАКТИКА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ</b>	<b>21</b>
5.1	Загальні зауваження	23
5.2	Контрольний нагляд	23
5.3	Тестування	23
5.4	Несправності	25
5.5	Загальні коригувальні дії	
5.6	Дистанційний моніторинг	

## 1 ВСТУП

### 1.1 Основне завдання та мета

Це керівництво об'єднує публікацію „Технічне обслуговування та експлуатація батарей” (грудень 2001 року) та Керівництво щодо безпечного обслуговування батарей (1994 і 1996 рр.)

Системи морських засобів навігаційного обладнання (AtoN) є найважливішими системами, які спрямовані на належне застосування протягом майже 99% експлуатаційного строку. Батареї є важливою частиною систем живлення і, щоб забезпечити такий рівень придатності, вони повинні ретельно розроблятися, встановлюватися, експлуатуватися і технічно обслуговуватися.

Це Керівництво містить інструкції щодо технічного обслуговування, експлуатаційні критерії та керівництво з безпечного поводження з батареями, які зазвичай використовуються в морських засобах навігаційного обладнання.

Тоді як даний документ дає загальні рекомендації, виробник батарей надає конкретні інструкції стосовно їх експлуатації та технічного обслуговування.

Ці інструкції та критерії призначені для того, щоб допомогти користувачу належним чином вибрати та застосовувати батареї, що використовуються для навігаційного забезпечення мореплавства.

Це Керівництво повинно використовуватися у поєднанні з *Керівництвом IALA 1042 щодо Джерел енергопостачання та накопичення енергії для засобів навігаційного забезпечення мореплавства, грудень 2004 р.*

### 1.2 Типи батарейних систем живлення

Різні типи систем батарей живлення у системах AtoN є батареями первинного джерела струму (такі, що не перезаряджаються) та вторинні батареї (такі, що перезаряджаються).

Вторинні батареї (такі, що перезаряджаються).

Свинцево-кислотні батареї

- a. Герметичні батареї (не потребують обслуговування, з регулюючим клапаном)
- b. Рідинні електролітні батареї (тип з додаванням води)

Нікель-кадмієві батареї

- a. Негерметичні батареї з пластинами кишенькового типу
- b. Негерметичні батареї зі спеченими пластинами
- c. Герметичні батареї

Багато країн здійснюють дослідження з нікель-метал-гідридними та літійовими батареями. Про це докладніше в розділі 2.2 G та 2H.

Вибір батареї здійснюється на етапі розробки. Подальші переліки окреслюють переваги та недоліки основних типів батарей загального користування.

### 1.3 Категорії застосування вторинних батарей

Застосування вторинних батарей може здійснюватися у двох категоріях:

**Перша категорія** – це таке застосування, коли вторинна батарея використовується або суттєво розряджається як первинна батарея, але перезаряджається, а не утилізується. Вторинні батареї використовуються таким же чином для зручності, для збереження коштів (оскільки вони можуть бути перезаряджені, а не замінені), або для такого вживання, що потребує споживання потужності, що перевищують можливості первинних батарей.

**Друга категорія** – це таке застосування, коли вторинна батарея вживається як пристрій для накопичення енергії від основного джерела енергії і подає свою енергію на завантаження коли основне джерело енергії відсутнє або неадекватне вимогам завантаження.

## 2. ГОЛОВНІ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНОМАНІТНИХ ВИДІВ БАТАРЕЙ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В МОРСЬКИХ ЗАСОБАХ НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ (AtoN)

### 2.1 Існуючі типи батарей

#### A. СВИНЦЕВО-КИСЛОТНІ БАТАРЕЇ (у порівнянні з іншими електрохімічними батареями)

##### Переваги

- Доступна низька вартість вторинних батарей – можливість їх виробництва на місці, розповсюджені в усьому світі від низької до вищої якості
- Наявність великої кількості та різноманітних розмірів та дизайну – виробляються у розмірах від 1 до декілька тисяч амперів за годину
- Високі класні робочі характеристики
- Електричний ККД - ККД циклу складає більше 70% у порівнянні енергії розряду на виході з енергією розряду на вході
- Висока напруга елемента – (напруга розімкнутого ланцюга у 2.0 V є найвищою серед усіх систем водно-електролітних батарей)
- Відмінна підзарядка на холостому ходу
- Показчик рівня зарядженості (тільки мокрого електроліту)
- Низька вартість у порівнянні з іншими вторинними батареями.

##### Недоліки

- Порівняно незначний ресурс (50-500 циклів) – 2000 циклів з особливим проектом
- Обмежена щільність енергії, типово – 30-40 ват-годин/кг
- Низькі робочі характеристики в низьких та високих температурах

- Погане утримання заряду
- Довготривале зберігання у розрядженому стані може привести до необоротної поляризації електродів
- Утворення водню може спричинити загрозу вибуху
- Тепловий пробій в неправильно розроблених батареях або зарядження обладнання\*
- На деяких видах позитивні затискачі з покриттям з чорної міді піддаються корозії
- Опірність до глибокої розрядки стає наслідком сульфатування плит та відмови батареї.

\*Критичний стан, викликаний тепловим пробієм, через що елемент під час зарядки або розрядки почне перегріватися через внутрішнє утворення тепла, спричиненого високим перегрівом або іншим порушенням умов, може закінчитися самознищенням елемента.

## **В. Свинцево-кислотні батареї з регулюючим клапаном (VRLA)**

### **Переваги**

- Без технічного обслуговування
- Довготривала служба з умовою зарядження
- Висока ємність
- Високий ККД зарядження
- Високий ефект „запам’ятовування” (у порівнянні з нікель-кадмієвою батареєю)
- „Стан зарядження” може визначатися шляхом вимірювання напруги
- Низька вартість
- В наявності є батареї від малих одноелементних (2V) до великих 24 V

### **Недоліки**

- Не може зберігатися у розрядженому стані
- Порівняно низька енергетична щільність
- Нижчий ресурс, ніж у герметичної нікель-кадмієвою батареї
- Утворення водню може спричинити загрозу вибуху
- Тепловий пробій в неправильно розроблених батареях або зарядження обладнання
- Погані робочі характеристики в низьких та високих температурах
- Опірність до глибокої розрядки стає наслідком сульфатування плит та відмови батареї.

### **C. АБСОРБУЮЧІ БАТАРЕЇ З МАТОВОГО СКЛА (AGM)**

#### **Переваги**

- Не виливається (абсорбований електроліт)
- Прискорена підзарядка

#### **Недоліки**

- Як і для свинцево-кислотної батареї
- Висока вартість

### **D. НЕГЕРМЕТИЧНІ (ПРОМИСЛОВІ) НІКЕЛЬ-КАДМІЄВІ БАТАРЕЇ (КИШЕНЬКОВА ПЛАСТИНА)**

#### **Переваги**

- Відмінна надійність
- Довготривалий цикл (більше ніж 2000 циклів, загальний строк служби коливається між 8 та 25 роками або більше, в залежності від вживання та експлуатаційних умов)
- Міцність; може витримувати електричні та фізичні порушення та грубе обслуговування в цілому (такі, як зміна полярності або надлишкове зарядження)
- Нормальне утримання зарядження
- Може витримувати глибоке розрядження, що дозволяє використовувати повну ємність батареї
- Гарні робочі характеристики в умовах низької та високої температури
- Відмінно зберігаються протягом тривалого часу (в будь-якому стані зарядження)
- Технічне обслуговування невеликого обсягу
- Відсутність корозійної агресії електроліту на електроди та інші компоненти в елементі

#### **Недоліки**

- Утворення водню може спричинити загрозу вибуху
- Тепловий пробій в неправильно розроблених батареях або зарядження обладнання
- Низька енергетична щільність
- Вища початкова ціна, ніж за такі свинцево-кислотні батареї
- Містить кадмій, який може підвищити вартість під час утилізації їх у відходи в залежності від доступних засобів переробки

## **Е. НЕГЕРМЕТИЧНІ НІКЕЛЬ-КАДМІЄВІ БАТАРЕЇ ЗІ СПЕЧЕНИМИ ПЛАСТИНАМИ**

### **Переваги**

- Плоский режим розрядки
- Вища енергетична щільність (на 50% більша ніж у кишенькової плати)
- Найвищі робочі характеристики у високих та низьких температурах
- Міцна, надійна, мінімальне технічне обслуговування
- Відмінне довготривале зберігання в будь-якому стані зарядження і в дуже широкому діапазоні температур (-60<sup>0</sup> до +60<sup>0</sup>С)
- Висока здатність утримати ємність; ємність може бути відновлена шляхом зарядження.

### **Недоліки**

- Утворення водню може спричинити загрозу вибуху
- Тепловий пробій в неправильно розроблених батареях або зарядження обладнання
- Містить кадмій, який може підвищити вартість під час утилізації їх у відходи в залежності від доступних засобів переробки
- Вища початкова ціна
- Ефект запам'ятовування (різке зниження напруги)
- Для продовження строку служби потрібна система контролю температури

## **Ф. ГЕРМЕТИЧНІ НІКЕЛЬ-КАДМІЄВІ БАТАРЕЇ**

### **Переваги**

- Елементи герметичні
- Експлуатація без технічного обслуговування
- Довготривалий ресурс
- Гарні робочі характеристики в низьких та високих температурах
- Довгий строк зберігання в будь-якому стані зарядження
- Здатність до швидкої перезарядки

### **Недоліки**

- Утворення водню може спричинити загрозу вибуху
- Тепловий пробій в неправильно розроблених батареях або зарядження обладнання
- Різке зниження напруги у відповідних застосуваннях
- Містить кадмій, який може підвищити вартість під час утилізації їх у відходи в залежності від доступних засобів переробки
- Вища ціна ніж за герметичну свинцево-кислотну батарею
- Труднощі з переробкою
- Вища початкова ціна



Примітка: Вказане вище не вичерпує перелік типів батарей, але покриває основні типи, що застосовуються в AtoN.

## 2.2 Нові типи батарей

Багато країн здійснюють дослідження нікель-метал-гідридних та літій-іонних батарей. На сьогоднішній день ці типи батарей виробляються в основному для їх застосування в електричних транспортних засобах. Головний недолік їх застосування в AtoN полягає в тому, що їх вартість значно вища ніж свинцево-кислотні або нікель-кадмієві батареї, проте, оскільки вони знайшли ширше застосування в секторі електротранспорту, вважається, що їх вартість за кВт/годин суттєво зменшиться. Треба підкреслити, що застосування вторинних батарей в AtoN може мати менший відсоток вартості усього AtoN, але розмір та вага на кВт/годин ємності може стати ключовим пунктом розробки. Чим дорожчі вторинні батареї будуть, тим краще будуть вирішуватися зміни в побудові AtoN з метою отримання потрібної ємності батареї.

Очікуючи більше інформації від членів IALA стосовно їхнього досвіду з використання нікель-метал-гідридних та літій-іонних батарей, нижче подаються основні переваги/недоліки, але розділи 3, 4 та 5 даного документу не розглядають конкретно ці типи батарей. Відповідна інформація повинна бути затребувана від виробника батарей, якщо передбачається встановлення нікель-метал-гідридних та літій-іонних батарей в пристрої AtoN.

## G. НИКЕЛЬ-МЕТАЛ-ГІДРИДНІ БАТАРЕЇ

### Переваги

- Без технічного обслуговування
- Довготривалий резерв
- Висока ємність щодо об'єму
- Висока ємність щодо ваги
- Під час нормальної експлуатації не виходить газ
- Високий строк циклу (1200 циклів є типовим, але залежить від глибини розрядження)
- Після строку служби повністю перероблюється
- Широкий діапазон експлуатаційних температур (від  $-20^{\circ}$  до  $+60^{\circ}$ )

### Недоліки

- Вартість
- Регулярне зарядження є суттєвим
- Обмежений досвід застосування в AtoN

## Н. ЛІТІЙ-ІОННІ БАТАРЕЇ

### Переваги

- Без технічного обслуговування
- Довготривалий резерв
- Висока ємність щодо об'єму
- Висока ємність щодо ваги
- Під час нормальної експлуатації не виходить газ
- Високий строк циклу (1000 циклів є типовим, але залежить від глибини розрядження)
- Після строку служби повністю перероблюється
- Допустимий діапазон експлуатаційних температур (типово від  $-10^{\circ}$  до  $+45^{\circ}$ )

### Недоліки

- Вартість
- Складна система вбудованого електронного управління батареями
- Обмежений досвід застосування в AtoN
- Тепловий пробій в неправильно розроблених батареях або зарядження обладнання
- Містить літій, який може підвищити вартість під час утилізації їх у відходи в залежності від доступних засобів переробки

В наявності є літій-полімерні батареї, які маю подібні до літій-іонних характеристики, але вважаються стійкішими.

## 3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ КРИТЕРІЇ ВТОРИННИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Даний розділ конкретизує експлуатаційні критерії для вторинних батарей фотоелектричних систем.

Подальші умови використання є такими, що пов'язані з фотоелектричними системами. Ці батареї можуть постачати постійну, змінну або переривисту енергію до приєднаних пристроїв (завантаження). Ці системи можуть включати гібридні та оновлені джерела енергії.

### 3.1 Загальні умови експлуатації

Батареї в типових фотоелектричних системах (PV), що експлуатуються в середніх погодних умовах, можуть знаходитися в таких умовах.

#### 3.1.1 Автономний час

Батарея призначена для подачі енергії у особливих умовах на періоди часу від 3 до 30 діб без або з мінімальним сонячним випромінюванням. Деякі системи можуть мати суттєво більше чи менше часу на території надзвичайних кліматичних умовах.

Обчислюючи потрібну ємність батареї, треба мати на увазі такі питання:

1. щоденна потреба/сезонний цикл (зважаючи на обмеження на максимальній глибині розрядження)
2. необхідний час доступу до дільниці
3. старіння
4. температурний фактор
5. майбутнє розширення навантаження
6. місцеві кліматичні умови

Слід посилатись на Керівництво IALA щодо „Типового методу визначення та обчислення діаграми навантаження засобів навігаційного забезпечення мореплавства, грудень 1999 р.”.

### 3.1.2 Типовий зарядний та розрядний струм

Зарядний струм, що виробляється генератором PV типово є таким:

1. Максимальний зарядний струм:  $I_{20} = C_{20} / 20$  годин
2. Середній зарядний струм:  $I_{50} = C_{50} / 50$  годин
3. Розрядний струм визначається навантаженням.  
Середній розрядний струм:  $I_{100} = C_{100} / 100$  годин

В залежності від проекту системи, наприклад, гібридна система, зарядний та розрядний струм може коливатися в ширшому діапазоні.

$C_{20}$  - це номінальна ємність батареї в ампер/годинах, якщо вона розряджається через 20 годин.

### 3.1.3 Добовий цикл

Протягом доби батарея нормально зазнає:

1. зарядження протягом денного часу
2. розрядження протягом нічних годин

### 3.1.4 Сезонний цикл

Батарея може піддаватися сезонному циклу зарядження відповідно до річних змін сонячного випромінювання таким чином:

1. періоди зі слабким сонячним випромінюванням, наприклад, протягом зими виробляючи низьку енергію
2. періоди з високим сонячним випромінюванням, наприклад, влітку, коли батареї знаходяться в умовах повного зарядження. Батарея може перезарядитися.

Сезонне розрядження не повинно спричинити перевищення глибини розрядження (DOD), вказаної виробником для даної температури середовища. Батареї можуть бути захищені за допомогою пристрою відключення навантаження, який спрацьовує, коли проектне максимальне навантаження (DOD) перевищується

### 3.1.5 Період з високим рівнем зарядження

Протягом літа, наприклад, батарея може працювати при високому рівні зарядження (SOC), типово між 80% та 100% номінальної ємності.

Система регулювання напруги обмежує максимальну напругу батареї протягом періоду перезарядження.

У „само-регульованої” системи PV батарея обмежується не регулятором зарядження, а характеристиками генератора PV. Розробники системи вибирають максимальну напругу батареї з огляду на суперечливу вимогу „відновити максимальний рівень зарядження (SOC)” якомога скоріше в сезон зарядження, але без істотного перевищення рівня зарядження батареї. Перезарядження підвищує утворення газу, наслідком чого стає споживання води в мокрих свинцево-кислотних батареях. У свинцево-кислотних батареях з регулюючим клапаном (VRLA) перезарядження спричинить вихід газу та утворення тепла.

Типово максимальна напруга елемента обмежується 2,4 V для свинцево-кислотних і 1,55 V для нікель-кадмієвих батарей. Деякі регулятори дозволяють перевищувати ці значення напруги на короткий період як форсоване зарядження. Необхідно вживати температурну компенсацію, якщо вона в умовах експлуатації суттєво відхиляється від 20<sup>0</sup> C. Виробник батареї повинен надати конкретні значення показників.

Очікуваний строк дії батареї системи PV навіть під час постійного високого рівня зарядження може бути значно меншим ніж паспортний строк батареї, що використовується в умовах постійного зарядження.

### 3.1.6 Період підтримуваного низького рівня зарядження

Протягом періоду низького сонячного випромінювання енергія, що виробляється сонячними модулями, може бути недостатньою для заряджання батарей. Тому рівень зарядження батареї протягом року буде зменшуватися до мінімального протягом зимових місяців і відновлюватися до повного рівня зарядження протягом літа. Добовий цикл заряджання/розряджання буде накладатися на річну циклічну криву заряджання/розряджання.

### 3.1.7 Електролітне розшарування

Електролітне розшарування може мати місце в свинцево-кислотних батареях. У свинцево-кислотних батареях з регулюючим клапаном електролітному розшаруванню можна запобігти шляхом перемішування електроліту або періодичного форсованого зарядження під час роботи; у батареях VRLA – шляхом їх експлуатації у відповідності до інструкцій виробника.

### 3.1.8 Транспортування

Часто батареї експлуатуються в недоступних місцях, гірських вершинах та в пустелі, куди не ведуть нормальні дороги.

Тому батареї в дорозі можуть зазнати грубого поводження. Тобто щоб захистити батареї, перед транспортуванням їх треба належним чином запакувати.

З метою забезпечення захисту батарей транспортування на дільницю треба здійснювати в первинних вантажних контейнерах. Треба вжити усіх заходів, щоб запобігти сильній вібрації, яка може спричинити пошкодження елементів. Переміщення вручну крізь важкодоступну місцевість може привести до пошкоджень, особливо мокрих елементів в пластикових корпусах. Транспортування за допомогою вертольотів як підвісного вантажу - це життєздатна альтернатива до тих пір, поки зниження контролюється, щоб запобігти качанню в нерухомому об'єкті з подальшим руйнуванням елементу та забруднення місця приземлення електролітом. Первинні батареї повинні транспортуватися в сухому виді з додаванням води на дільниці. Вторинні батареї також можуть транспортуватися сухими, заповненими електролітом та зарядженими згідно з рекомендаціями виробника.

### 3.1.9 Зберігання

Як правило виробник надає рекомендації щодо зберігання. Рекомендації щодо умов зберігання батарей для сонячних пристроїв показані в таблиці:

Тип батареї	Діапазон температури	Вологість	Період зберігання з наповненим електролітом	Період зберігання без електроліту
Свинцево-кислотна	Від -20 <sup>0</sup> С до +40 <sup>0</sup> С	<95%	До 0,5 року	1-2 роки (суха зарядка)
Нікель-кадмієва	Від -40 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С	<95%	До 0,5 року	1-5 років (осушений)

Заповнені та заряджені батареї потребують періодичного перезарядження. Виробник батарей повинен забезпечувати інструкціями стосовно перерв та методів перезарядки.

Втрата ємності може статися внаслідок піддавання батареї високій температурі та вологості протягом періоду зберігання. Температура батареї, що знаходиться в контейнері під прямим сонячним світлом, може піднятися вдень до 60<sup>0</sup>С та більше.

### 3.1.10 Робоча температура

Діапазон температури, що зазнає батарея в робочому режимі, може суттєво вплинути на строк батареї і є важливим фактором для вибору батареї. Обмежувальні значення для експлуатаційних умов батарей для пристроїв сонячної енергії показані нижче в таблиці:

Тип батареї	Діапазон температури	Вологість
Свинцево-кислотна	Від -20 <sup>0</sup> С до +40 <sup>0</sup> С	<95%
Нікель-кадмієва	Від -40 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С	<95%

Виробник батарей повинен забезпечувати інструкціями стосовно температур, що виходять за цей діапазон. Як показує досвід, типово середня тривалість свинцево-кислотної батареї скорочується вдвоє за кожні 10<sup>0</sup>С, що піднімаються вище рекомендованої виробником максимальної температури. Температура також деякою мірою впливає на нікель-кадмієві батареї. Низька температура знижує показники зарядження та розрядження та ємність батарей. Виробник зобов'язаний надати докладну інформацію.

### 3.1.11 Фізичний захист

Фізичний захист має бути забезпечений проти наслідків шкідливих умов на ділянці та обслуговування, наприклад, проти впливу:

1. відхилення температури та екстремальних температур
2. піддавання прямому сонячному світлу (УФ радіація)
3. атмосферного пилу чи піску
4. вибухонебезпечної атмосфери
5. високої вологості та прибутної води
6. землетрусів
7. удару, обертання, прискорення та вібрації (особливо під час транспортування та використання на буях)
8. серйозного механічного порушення та грубого поводження

**ПРИМІТКА:** Усі кінцеві затискачі повинні мати ізоляційні покриття.

### 3.2 **Ємність**

Ємність під час зберігання відображається в ампер-годинах (Ah) і коливається разом з умовами використання (електролітна температура, струм розрядження та кінцева напруга). Нормально номінальна ємність за 10 годин і 5 годин розрядження відповідно публікується. Відомості про ємність за 100 годин ( $C_{100}$ ) розрядження є необхідними, оскільки вони використовуються в пристроях PV.

### 3.3 **Ресурс при циклічному навантаженні**

Ресурс при циклічному навантаженні (зносостійкість) – це здатність батареї витримувати повторне зарядження та розрядження.

Ресурс, як правило, дається циклам з встановленою глибиною розрядження (DOD) і з батареєю повністю зарядженою в кожному циклі. Як правило, батареї характеризуються кількістю циклів, які можна досягти до спаду ємності до значення, вказаного у відповідних стандартах (наприклад, 80% номінальної ємності).

У фотоелектричних пристроях батарея піддається великій кількості обмежених циклів, але стан зарядження коливається. Тому батареї повинні відповідати вимогам тестування, що описані в ІЕС 61427, яке є модулюванням роботи системи PV. Виробник повинен вказати кількість циклів, що батареї можуть пройти до того, як ємність спаде до 80% номінальної ємності.

### 3.4 **Контроль зарядження**

Щоб забезпечити оптимальні робочі характеристики батареї, важливо, щоб процес їх зарядження ретельно контролювався. Ідеально, струм заряджання повинен бути обмежений на початку циклу заряджання для того, щоб переконатися, що газ не утворюється через надлишкову напругу елементу; поки ємність перезарядження відновлюється, струм зарядження повинен бути обмежений, щоб забезпечити напругу елементу до цього показника, або нижче того, що потребується для утворення газу; як

тільки струм повного розрядження буде відновлений, остаточне зарядження при постійному струмі повинно використовуватися на встановлений період часу. Оскільки для енергетичної системи PV ці умови практично важко досягти, можна звернутися до інших умов з тим, щоб мінімізувати технічне обслуговування та забезпечити строк батареї. В параметрах регулятора повинні бути передбачені розробка генератора PV, навантаження, температура та рекомендовані обмежуючі значення для батареї. Мокрі свинцево-кислотні чи нікель-кадмієві батареї повинні мати достатньо електроліту, щоб покривати щонайменше період між запланованими знаходженнями в майстернях.

Надлишкове перезарядження не підвищує енергію батареї. Натомість, надлишкове зарядження через споживання води в мокрих свинцево-кислотних батареях впливає на інтервал обслуговування, внаслідок чого утворюється газ. Щоб мінімізувати цю дію, заряджаюча/регулююча напруга повинна компенсуватися змінами температури в батареї, тому що це безпосередньо впливає на виділення газу при граничній напрузі. І навпаки, розшарування може статися в мокрих свинцево-кислотних батареях, особливо в системах PV, де ізоляція часто є недостатньою, щоб забезпечити регулярне виділення газу під час нормальної експлуатації. Розшарування трапляється там, де електроліт осідає густими електролітними шарами в нижній частині пластин, а це викликає зменшення ємності батареї. Це можна подолати шляхом змішування під час виділення газу в батареї. Отже заряджаючий/регулюючий процес повинен бути передбачений під час розробки так, щоб сприяти виділенню газу в регулярні інтервали. Цього можна досягти шляхом підвищення контролю напруги зарядження за період з моменту вихідного отриманого значення і моменту, утворення газу почалося. Взагалі це називається форсований період. Форсоване зарядження свинцево-кислотних батарей з регулюючим клапаном може спричинити висихання, а потім і втрату ємності або перегрівання і тому, якщо воно застосовується, воно повинно ретельно контролюватися, щоб витримувати оптимальний ресурс при циклічному навантаженні.

### **3.5 Зберігання стану зарядження**

Зберігання зарядження – це здатність батареї утримувати ємність протягом періоду не зарядження, тобто, без з'єднання з системою, під час транспортування або зберігання. Батареї для пристроїв PV повинні мати високі показники зберігання зарядження. Зберігання зарядження повинно бути вказано виробником та відповідати вимогам відповідних стандартних батарей.

**ПРИМІТКА:** Зберігання стану зарядження може впливати на дозволене зберігання та автономний час.

### **3.6 Захист від надлишкового зарядження**

Щоб запобігти втрати ємності через незворотну сульфітацію свинцево-кислотні батареї повинні бути захищені від надлишкового зарядження. Це досягається відключенням низької напруги, яка працює, коли проектна максимальна глибина розрядження перевищується.

**ПРИМІТКА:** Нікель-кадмієві батареї, як правило, не потребують такого захисту.

### **3.7 Механічна зносостійкість**

Батареї для пристроїв PV повинні проектуватися так, щоб витримувати механічні удари під час звичайної транспортування та жорсткого обслуговування. Знадобляться додаткові пакувальні матеріали або захист в не дорожніх умовах.

Батареї для пристроїв PV на сигнальних буях повинні вибиратися так, щоб витримувати удар, вібрацію та прискорення, оскільки буї можуть наражатися на різкі рухи. Проект батарей повинен відвернути будь-яку електролітну течу чи відповідне утворення вентиляції з умовою забезпечення виходу газу, що в свою чергу надасть можливість запобігти накопиченню води в корпусі батареї.

### **3.8 Повторне використання та утилізація**

Закони та положення, що регулюють повторне використання та утилізація батарей з кожним роком стають суворішими. В багатьох країнах батареї вважаються небезпечними відходами. Тяжкі метали, що використовуються в цих батареях, під час неправильної утилізації завдають шкоду довкіллю, корозійна природа електролітів також шкодить середовищу. Хоча літєві батареї представляють незначний ризик забруднення, вони повинні утилізуватись як небезпечні відходи через свій характер вибухонебезпечного видалення газу в різних обставинах. Свинцево-кислотні та нікель-кадмієві батареї переробляються в багатьох країнах, хоча, незважаючи на те, що обмеження на нікель-кадмієві переробку зростають разом з ростом цін. Треба вжити усіх заходів, щоб поводження з цими батареями було якомога коректнішим під час їх видалення; в більшості країн набрали чинності закони, які суворо займаються питаннями видалення небезпечних відходів. Крім цього, необхідно здійснювати докладний облік місцезнаходження батарей протягом усіх етапів розпорядження ними. Таку роботу виконують достойні перевізники, які забезпечують доставку матеріалу до кінцевого пункту призначення, а не залишають його край дороги. Першою особою, з якою треба вирішувати питання видалення, повинен бути продавець.

## **4. БЕЗПЕЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ БАТАРЕЙ**

Батареї є невід'ємною частиною будь-яких сонячних, вітряних або гібридних енергетичних систем, що використовується в засобах навігаційного забезпечення мореплавства, проте небагато написано щодо безпеки, технічного обслуговування, переробки та видалення.

### **4.1 Питання безпеки батарей**

Великі батарейні системи є джерелом коротких замикань струму надзвичайно високої потужності. Для запобігання короткого замикання треба під час встановлення та обслуговування будь-яких компонентів енергетичних систем виявляти обережність.

Протягом процесу зарядження вторинні батареї виробляють водневий газ. Значна кількість водневого газу виділяється тоді, коли батареї досягають повного зарядження. Водневий газ легко займається і виробляє особливо інтенсивний вибух.

Природно, що протягом усього часу потрібно дотримуватися таких заходів техніки безпеки.

1. Не палити, не користуватися відкритим вогнем або створювати спалахи та іскріння поруч з батареєю.



2. Перед входом до батарейної камери перевірити внутрішній стан за допомогою підходящого детектору газу. Корпус повинен мати рухому муфту на трубі для вставлення зонду.
3. Провентилувати камеру (залишити відкритими двері) протягом 5 хвилин перед обслуговуванням батарей.
4. Розрядити статичне електрику з корпусу перед торканням елементів шляхом торкання заземлення.
5. Вологоміри для нікель-кадмієвих та свинцево-кислотних батарей повинні зберігатися окремо і не мінятися.
6. Первинні батареї мокрого повітряного неполяризованого типу та нікель-кадмієві вторинні батареї містять міцний лужний електроліт. Вторинні свинцево-кислотні батареї містять міцний кислотний розчин. Під час встановлення та обслуговування цих типів батарей працівники повинні вдягати захисні окуляри, гумовий фартух, гумові рукавиці та мати засоби для промивки очей.

## 4.2 Встановлення

Поки вони не висохли, батареї після отримання повинні бути встановлені якомога скоріше. В іншому разі їх потрібно скласти в приміщенні в прохолодному, сухому місці. Вторинні батареї повинні бути негайно заряджені після встановлення або складені на зберігання на період, що вказаний виробником. Як правило, перші зарядження потребують капітальну заряджаючу систему.

Великі вторинні батарейні системи є досить важкими; кожний елемент важить 100 кг і більше і це не виняток. Підняття та переміщення батарей повинно виконуватися у відповідності до встановленої практики дотримання техніки безпеки. Батареї не повинні підніматися за клемами або за допомогою кронштейну батареї фрікційного типу, якщо це не дозволено виробником. Для підняття батарей виробник постачає підйомні петлі або ізоляційні ремені. Ізоляційний матеріал повинен накладатися на клемами для того, щоб запобігти короткому замиканню через накидні ланцюги та гаки.

Найкраще, встановлення виконувати у чистому, сухому приміщенні, куди не потрапляє сонячне світло (щоб запобігти перегріванню окремих елементів). Зовнішні ящики для батарей повинні робитися з ізоляційного матеріалу, світлого кольору для того, щоб запобігти сонячному перегріванню та забезпечити захист у випадку з тріснутим елементом (тільки мокрі батареї). Внутрішні полиці для батарей, якщо такі використовуються, повинні мати ізольовані підноси або підкладку, щоб ізолювати елементи від землі, і повинні правильно бути розраховані та забезпечені, щоб запобігти перекиданню. Батареї, які встановлені на платформах у воді повинні бути забезпечені таким чином, щоб їх можна було відновити в разі пошкодження засобу штурмом або судном, що проходить повз.

Абсорбуюча гумка або матеріал, що здатний нейтралізувати розлитий електроліт повинні вкладатися в захисну систему під батарею і повинні бути здатні прийняти щонайменшу кількість електроліту з двох елементів.

Встановити перемички згідно з інструкціями виробника. Для запобігання корозії покрити клемами елементів і перемички антиокислювальним мастилом або вазеліном. З метою запобігання короткому замиканню рекомендується вживати ізоляційне покриття, але для того, щоб зробити це ефективніше, вони повинні бути так спроектовані, щоб не утруднювати виконання повсякденного догляду за обладнанням.

В батарейному приміщенні не можна встановлювати ніяких займистих джерел, включаючи електричні комутуючі пристрої або освітлювальне обладнання, поки не буде ухвалено їх вживання в водневій атмосфері. Для системи більших розмірів електрична розподільча система потребуватиме захисту, автоматичний вимикач має переваги перед запобіжниками, тому що переривник можна повторно вмикати, в той час як запобіжники у віддалених місцях треба замінювати на аналогічні з правильними фізичними та емнісними властивостями.

### 4.3. Вентиляція

Свинцево-кислотні та нікель-кадмієві батареї під час зарядження виробляють водень та кисень. Вторинні батареї, які мають рекомбінаційні властивості, будуть тільки утворювати газ, коли доля утворення газу перевищуватиме відновлювальну норму. Як правило це трапляється під час надлишкового зарядження.

Батареї з рекомбінаційними властивостями, коли вони повністю заряджені, будуть утворювати газ і продовжуватимуть отримувати заряд (підзарядку). Кількість водню або кисню, що виробляється, залежить не від типу чи розміру батареї (свинцево-кислотна чи нікель-кадмієва), а від режиму зарядження, кількості елементів і тривалості зарядження, що використовується. Водень і кисень виробляється внаслідок електролізу води і електролізу. Концентрація водню до 3% (за об'ємом) не є такою, що займається, при нормі 4-8% водень горить, якщо виставляється на відкрите полум'я чи іскріння, і якщо його концентрація є більшою ніж 8% - водень вибухає. Водень також може вироблятися в батарейних нішах шляхом реакції між осадками води та різномірними металами або корозії металів, спричиненої розлитим електролітом.

Максимальна концентрація водню для закритого простору, встановлена Законом про техніку безпеки та охорони праці (OSHA) в США, складає 1%. Перевірте у своєму департаменті, який займається питаннями охорони праці та протипожежної безпеки, допустимі норми у вашій країні. Деякі країни мають суттєво нижчі обмеження.

Деякі батареї випускають невелику кількість токсичних газів. Проте, обчислюючи вимоги до вентиляції, що ґрунтуються на газі, що превалює, водень буде містити ці гази нижче їхніх токсичних лімітів.

Вироблення водню для свинцево-кислотних та нікель-кадмієвих норм повинно дотримуватися норми:

$$H = 0,459 \times N \times I$$

Де:

H – це кількість водню, виробленого в l/hr (літрах/годину);

0,459 l/hr – це максимальне виробництво водню на елемент на ампер зарядного струму по нормі температури і тиску;

N – це кількість елементів;

I - заряд струму, що припускається.

Струм зарядження для батареї потрібно визначити. Виробник батареї може надати інформацію щодо норми утворення газу для своїх батарей. Майте на увазі, що деякі батареї, особливо свинцево-сурмові будуть закипати при нормі вищій по мірі віку і при зростанню температури понад номінальну (зазвичай 25°C). Коротше, загальне правило

практичного методу полягає в тому, що струм зарядження не буде перевищувати (0.01) номінальну ємність в ампер-годинах. Дане правило практичного методу не бере до уваги відмову зарядного пристрою, котрий може заряджати батарею на один відсоток вище номінальної ємності. Оскільки такий вид відмови є рідким, розумно було би подивитися, чи фактор безпеки між рівнем максимальної концентрації (дивись нижче) і нижчим рівнем займання (4 відсотки) може вмщати перевищену норму водню. Детектори водню або тривоги перенапруги, що прив'язані до телеметричної системи можуть забезпечити попереднє сповіщення про небезпечний рівень газу. Встановлення таких попереджуючих систем в камері засобів навігаційного забезпечення мореплавства повинно братися до уваги.

Знаючи кількість виробленого водню, можна обчислити об'єм повітря, необхідного для запобігання перевищенню концентрації обумовленої наперед:

$$A = H/C$$

Де:

A – це кількість нового повітря, потрібного на л/год;

H – це кількість водню, що виробляється в л/год;

C - це максимальний рівень концентрації в десятих.

Далі, необхідно обчислити розмір камери чи кімнати. Для більших систем, що розміщуються на березі, виробники кімнат типу «Modular» можуть надати інформацію щодо змін норми природного повітря. В перетвореному приміщенні в „тісній” батарейній кімнаті обмін повітря буде здійснюватися протягом 4 годин. Ось чому, як приклад, якщо нам потрібно 800 l/hr нового повітря, тоді батарейна кімната повинна мати об'єм щонайменше 3200 літрів, якщо ніяка вентиляційна система не встановлена. Якщо потрібна додаткова вентиляція, тоді треба внизу, в дверях або в стіні, встановити вентиляційну заслінку і гребеневу заслінку (для витягування водню, зібраного під стелею) на найвищій точці перекриття. На кожних дверях до батарейного приміщення повинні бути приладнані надписи попереджального характеру:

**У В А Г А !**  
**ВОДЕНЬ, ПОГАСІТЬ ПАЛАЮЧІ МАТЕРІАЛИ.**  
**ПЕРЕД ВХОДОМ ПРОВІТРІТЬ ПРИМІЩЕННЯ ПРОТЯГОМ 5 ХВИЛИН**

Якщо природна вентиляція не дозволяє здійснити зміну повітря, тоді треба ввести в дію механічну витяжну вентиляцію шляхом встановлення витяжки у верхній частині і такої ж впускної повітряної заслінки в нижній частині підлоги. Витяжні вентилятори повинні бути спроектовані спеціально для батарейного відсіку. Допоміжний вентиляційний електродвигун і система каналів повинна бути налаштована таким чином, щоб двигун знаходився зовні до каналів, а батарейне приміщення провітрювалося.

Рекомбінаційні ковпаки потрібні для різних типів батарей. Це знижує кількість водню, що вентилюється батареєю, але вентиляція батарейного відсіку залишається потрібною. Подробиці щодо об'єму газу, що виробляється можна отримати у виробника.

#### 4.3.1 Встановлення буя

Буйкові ніші, в яких розміщаються батареї, повинні провітрюватися, коли треба запобігти накопиченню водню або належним чином обслуговувати повітряно-деполяризовані батареї. Один метод: забезпечити вентиляційну лінію для кожної батарейної ніші щонайменше 19 мм в діаметрі. Вентиляційна лінія повинна поступати в нішу у верхній її частині з зі з'єднувальним патрубком вниз. Якщо вентиляційні лінії закінчуються на протилежному боці радарного рефлектору або іншої твердої конструкції, тоді утворюється потік повітря як панівний вітер і встановлюється різниця тиску між двома отворами. З'єднувальний патрубок забезпечує повну очистку ніші. Для проекту батареї з однією нішею використовуються два отвори; один входить в нішу у верхній частині, а інший – в на самому споді, щоб забезпечити остаточне повне спорожнювання. Вентиляційні лінії можуть мати клапани, що встановлені для обмеження проникання води. Даний метод вентиляції довів придатність для забезпечення киснем протягом 6000 ампер-годин первинних повітряно-деполяризованих батарей.

Батарейна шафа у надбудові буя може легко провітрюватися і осушуватися і таким чином уникати небезпек затоплення та газового заповнення, що асоціюються з нішами в корпусі буя.

## 5. ПРАКТИКА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

### 5.1 Загальні зауваження

В правильно спроектованому обладнанні AtoN батарея потребує мінімум уваги. Проте, для того, щоб переконатися, що зарядний пристрій, батарея та допоміжна електроніка функціонує правильно, треба практикувати перевірки батарейної системи щонайменше раз на рік, або протягом рекомендованих інтервалів.

Технічне обслуговування батарей можна поділити на низку рівнів:

1. Віддалений моніторинг
2. Повсякденні перевірки / нагляд
3. Періодичний капітальний ремонт
4. Основний капітальний ремонт
5. Утилізація

Порядок дій повинен бути встановлений для кожного засобу навігаційного забезпечення мореплавства, беручи до уваги індивідуальні риси кожної ділянки, включаючи:

1. Розмір, тип і складність AtoN
2. Доступність ділянки
3. Місцеві кліматичні умови
4. Рівень підготовки та фахові навички, якими володіє бригада з технічного обслуговування
5. Необхідний період обслуговування перед заміною

Основні вимоги до технічного обслуговування батарейної енергетичної системи можна поділити на три групи, які розглядаються і оптимізуються для будь-яких обставин:

1. Вимоги до технічного обслуговування батареї
2. Вимоги обладнання та довкілля (Тип AtoN, його передбачений режим експлуатації, метод заряджання; навколишнє середовище та обслуговування та вимоги до технічного обслуговування суттєво впливають на тип батарейної енергетичної системи, що вживається)
3. Вимоги до користувача / оператора (Місце встановлення - довкілля та доступність, філософія технічного обслуговування, навички та рівень фахової підготовки обслуговуючого персоналу)
4. Тільки фахівці, які пройшли підготовку з встановлення батарей, зарядження, процедур технічного обслуговування можуть бути допущені на батарейну дільницю. Перевірки

## 5.2 Контрольний нагляд

Щоб забезпечити нормальний стан технічного обслуговування батарей треба під час виконання контрольного нагляду здійснювати конкретний порядок дій. Результати усіх контрольних перевірок треба брати на облік. Доброю практикою вважається ведення журналу, в який вносяться заміряні значення, а також факти та події, такі як вимикання головної мережі, тести на розрядження, тести на ємність, час та умови зберігання, пікові дати, тощо.

Адекватні записи щодо батареї (попередні процедури технічного обслуговування, проблеми довкілля, відмови системи і будь-які коригувальні дії, що приймалися в минулому) є індивідуальними засобами з визначення стану батареї. Порядок дій контрольного нагляду змальований в наступних параграфах. Дата встановлення також повинна бути занотована.

### 5.2.1 Перші показники

Перші показники беруться під час вводу батареї в експлуатацію. Такі показники повинні братися і записуватися щодо повністю зарядженої батареї з навантаженням від системи:

1. Напруга на клемі батареї і напруга елементів
2. Рівень електроліту елемента, там де це доступно
3. Внутрішня температура щонайменше 10% елементів; для батарей з регулюючим клапаном температура негативної клемі.
4. Температура довкілля
5. Показник конкретної щільності кожного елемента при температурі 25<sup>0</sup>С, де це доступно
6. Напруга зарядного пристрою і ліміт струму

Важливо, щоб ці дані були записані для майбутнього порівняння.

### 5.2.2 Щорічні вимірювання та записи даних

1. Напруга на затискувачах / напруга на елементі / блоці. По можливості ці вимірювання повинні робитися, коли батарея є повністю зарядженою.
2. Напруга заряджання (встановлення напруги заряджання, ліміт заряджання струму і перевірка контролюючої системи заряджання); в паралельних операціях дуже важливо, щоб рекомендована напруга заряджання залишалася незмінною. Підвищене споживання води батареєю зазвичай спричиняє неправильне встановлення напруги заряджального пристрою, внаслідок чого має місце

перезарядження і утворення газу. Через неправильний режим заряджання строк служби батареї скорочується, значно частіше, ніж через інші причини.

3. Конкретна щільність елемента коректується при 25<sup>0</sup>С до затоплення водою. Конкретна щільність елементів повинна бути в межах 0.015 кг/л визначеного виробником значення.
4. Температура елемента під час зарядження повинна бути однорідною і різниця температур між кожним блоком не повинна перевищувати 3<sup>0</sup>С.

### 5.2.3 Опірність ізоляції

1. Напруга пробного елемента (якщо вживається), конкретна щільність, температура електроліту (якщо можливо)
2. Заземлення в батарейній кімнаті
3. Вживання дистильованої води

### 5.2.4 Рівень електроліту

Не дозволяти, щоб рівень падав нижче відмітки (MIN). Вживайте тільки дозволена дистильована або неіонізована вода для доливання згідно з визначеним періодом, котрий залежить від напруги холостого ходу, циклів та температури. Не переповнювати елементи. Досвід допоможе визначати час між проміжками заливання; цей часовий проміжок може коливатися від одного до семи років в залежності від типу суміші, типу елемента, температурних міркувань та віку батареї. Ось чому рекомендовано: перший рівень електроліту повинен бути під регулярним контролем, що в свою чергу допоможе затвердити частоту заливання для конкретного пристрою. Споживання води потрібно записувати.

### 5.2.5 Споживання електроліту

Надмірне споживання води вказує на роботу з дуже високою напругою, або високою температурою. Незначне споживання води в батареях з тривалим низьким струмом або під зарядженням може вказувати на занадто низьке зарядження. Прийнятне споживання води є найкращим показником того, що батарея працює належним чином і в нормальних умовах. Будь-яка зміна норми споживання води, повинна викликати негайне вивчення.

Герметичні батареї, що не обслуговуються, не потребують заливання води. Клапани тиску використовуються для герметичності і під час відкриття руйнуються.

### 5.2.6 Щорічні візуальні перевірки

Загальний вигляд та чистота батареї, батарейного приміщення (кімната, кабінет). Видалити усі можливі забруднення і протягом усього часу зберігати батарейну камеру, елементи, вентиляційні системи, клеми та з'єднання в чистоті, в сухому виді, тому що пил та бруд спричиняють витік струму. Будь-які проливання протягом технічного обслуговування повинні бути ліквідовані за допомогою чистої матерії. Для чищення батареї треба вживати чисту воду; не використовувати дротяні щітки або розчинники будь-якого виду. Вентиляційні ковпачки, якщо є необхідність, треба змивати чистою водою.

1. Оглянути тріщини та розколини в корпусі батареї або витік електроліту.
2. Оглянути з'єднання для виявлення корозії на них.

3. Болти на з'єднаннях та клемах повинні мати корозійний захист у вигляді шару силіконового мастила або антикорозійного масла.
4. Перевірити міцність усіх болтових з'єднань (обертаючий момент вказується виробником).
5. Нещільні болти і неналежні з'єднання можуть спричинити відмову, високу температуру і навіть виникнення пожежі.
6. Стан вентиляційної системи; перевірити вентиляційні канали та фільтри, які повинні працювати правильно і забезпечувати постійний потік повітря через батарейну кімнату або кабінет.
7. Зробити перевірку на наявність витоку струму на землю.
8. Стан техніки безпеки обладнання, наприклад, промивка очей, гумові рукавиці, фартух, захисні окуляри.
9. Перевірити цілісність опорної конструкції та корпусу.

### 5.2.7 Спеціальні інструкції

Якщо батарея перебуває в ненормальних умов, таких як серйозне розрядження різкого зростання температури, необхідно зробити огляд для визначення питання нанесення шкоди батареї. Контрольний огляд повинен включати вимірювання напруги на клемах батареї і напруги елемента, щільність, внутрішню температуру і докладний візуальний огляд кожного елемента, кабелю та з'єднання.

## 5.3 Тестування

Тести повинні проводитися згідно з відповідними національними та міжнародними нормами, наприклад, впроваджені цикли тестування вказані в:

IEC 60896/1 - для стаціонарних свинцево-кислотних батарей: вентиляційний тип

IEC 60896/2 - для стаціонарних свинцево-кислотних батарей: з регулюючим клапаном

IEC 61056/1 - для переносних свинцево-кислотних батарей: з регулюючим клапаном

IEC 60622 - для герметичних нікель-кадмієвих призматичних батарей

IEC 60623 - для вентиляційних нікель-кадмієвих призматичних батарей

**ПРИМІТКА:** Тестування електричних батарей - це не є частиною нормального повсякденного технічного обслуговування, тому що батарея повинна забезпечувати резервне функціонування і не може бути так легко видалена з обслуговування. Проте, якщо треба перевірити ємність батареї, треба дотримуватися рекомендацій виробника.

## 5.4 Відмови

Необхідно негайно усунути відмови в батареї або заряджаючому пристрої. Наявність реєстрованих даних надасть допомогу у виявленні причин відмов.

## 5.5 Загальні коригувальні дії

Наступні пункти – це стани, які треба коригувати під час контрольного нагляду:

### 5.5.1 Фізичний стан

Для мокрих елементів треба виправити нижні рівні електроліту та записати кількість доданої води. Щоб довести усі елементи до лінії вищого рівня треба додати достатню кількість води. Щоб уникнути переливу електроліту, треба додавати воду тільки тоді, коли елементи знаходяться в повністю зарядженому стані. Важливо, щоб вода не додавалася без розмішування електроліту в кліматичних умовах, де можливе замерзання.

**ПРИМІТКА:** додавання води змінить щільність електроліту і додаткове зарядження знадобиться для перемішування.

1. Прочистити заіржавілі з'єднання (висока опірність з'єднання) шляхом зняття, очищення і повторному встановленні; потім затягнути усі болти на з'єднаннях до норми, вказаної виробником.
2. У випадку відхилення температури елемента більш ніж на 3<sup>0</sup>С протягом одної перевірки треба визначити причину та виправити такий стан, якщо це практично можливо.
3. Якщо відмічаються виходи батареї поза проектні ліміти, треба визначити причину та виправити це, якщо практично можливо. Як правило, в даному випадку потрібно замінити елемент або батарею.
4. Приберіть надлишковий бруд або розлитий електроліт згідно з робочими інструкціями.
5. Якщо напруга повністю зарядженої батареї виходить за межі рекомендованої виробником, необхідно встановити причину і виправити положення.
6. Будь-який інший ненормальний стан повинен бути відкоригований відповідно до рекомендацій виробника, наприклад:

### 5.5.2 Зрівнюваний заряд

Коригувальна дія для зрівнюваного заряду, яка робиться для того, щоб привести елементи до рівномірної напруги, визначених рівнів щільності, виконаних у відповідності до інструкцій виробника, треба вживати після вичерпаного розрядження і неадекватного зарядження і тоді, коли виявляється будь-який з цих станів. Такі стани, якщо вони будуть продовжуватися протягом тривалого періоду, можуть скоротити вік батареї. Вони не обов'язково вказують на втрату ємності.

1. Для мокрих свинцево-кислотних елементів особлива щільність, скоректована для температури і рівня електроліту для окремого елемента складає більше 0,010 кг/л нижче середнього усіх елементів на момент перевірки.
2. Для мокрих свинцево-кислотних елементів середня особлива щільність, скоректована для температури і рівня електроліту для окремого елемента падає більше ніж на 0,010 кг/л від середнього встановленого, коли батарея є повністю заряджена.
3. Напруга повністю зарядженого елемента є 0,1 V за межами рекомендованої виробником кінцевої напруги елемента.

**ПРИМІТКА:** Зрівнювана (висока) напруга може представляти загрозу іншому устаткуванню.



### 5.5.3 Заміна електроліту

У більшості батарей електроліт утримує свою продуктивність протягом усього її життя. Таким чином, не обов'язково міняти електроліт. Проте, у відповідних експлуатаційних умовах, включаючи високу температуру та циклічність роботи, електроліт може в значній мірі забруднюватися. В таких умовах робочі характеристики деяких типів батарей можна удосконалити шляхом заміни електроліту. Перед вживанням такого заходу, бажано отримати пораду фахівців.

### 5.5.4 Заміна елемента

Елемент, що дає збої може бути замінений на кращий за станом аналогічного гатунку, типу, класу та приблизного віку. Не допускається установлення нового елемента в комплекті зі старішими елементами за винятком останнього ресурсу.

### 5.5.5 Розшарування електроліту

Розшарування електроліту у великих елементах на шари різної концентрації може обмежити заряджаючий прийом, розрядний вихід та строк дії, якщо не здійснювати контроль протягом процесу заряджання. Двома методами контролю розшарування є: умисне виділення газу з пластин протягом надлишкового зарядження на кінцевому режимі зарядження або шляхом перемішування електроліту елемента за допомогою накачування (використовуючи, зазвичай газліфтний насос).

### 5.5.6 Ефект запам'ятовування

Ефект запам'ятовування – це процес, наслідком якого є тимчасове зниження ємності нікель-кадмієвих спечених елементів, що йде за повторювальними неглибокими циклами заряджаннями / розряджаннями, який є повністю зворотним за допомогою забезпечення циклу, що складається з повного розрядження, що йде за повним та остаточним зарядженням / розрядженням.

## 5.6 **Дистанційний моніторинг**

У багатьох випадках, ми маємо погану доступність, через що часті повсякденні відвідування для здійснення технічного обслуговування є неекономічними. Параметри, які потребують контролю та реєстрування даних до деякої міри залежать від типу системи батарейної енергії. Проте, там, де це можливо потрібно включити такі параметри:

1. Напруга батареї на клеммах
2. Стан заряджаючого пристрою
3. Температура батареї
4. Рівень електроліту

**ПРИМІТКА:** Якщо виникає необхідність в дистанційному контролі, потрібно передбачити кліматичний захист.

## ПОСИЛАННЯ

(Велика Британія) Електротехнічні правила для електричного обладнання суден (Розділ 14).

Deutsches Institut fur Normung e.V (DIN). *Акумулятори; електроліт та змінна вода; загальні положення.* DIN 43530-1

Deutsches Institut fur Normung e.V (DIN). *Акумулятори; електроліт та змінна вода; загальні положення.* DIN 43530-2

Європейська організація стандартизації CENELEC (1995 р.) EN 50091 – *Системи безперебійного електричного живлення (UPS) (EN 50091).*

Побутові батареї. (1990 р.) *Технічні дані, луг* (Том 2А). Everyday Company Inc. кімната 203, 6133 Rockside Road, Індепенденс, штат Огайо 44131, США.,

Exide Corporation. (Вересень 1985 р.). *Інструкції з встановлення та експлуатації сонячних батарей* [Брошура]. Exide Corporation, Пенн стріт, Рідинг, штат Пенсільванія 19601, США.

Метрологічна установа IEEE. (Листопад 1990 р.). *Практичні рекомендації щодо встановлення та технічного обслуговування нікель-кадмієвих батарей для фотоелектричних систем* (Стандарт IEEE 1145-1990). 445 Hoes Lane, п/с 1331, Піскатавей, штат Нью Джерсі, США.

Метрологічна установа інституту електроніки та електротехніки. (Червень 2000 р.). *Практичні рекомендації щодо встановлення свинцево-кислотних батарей для фотоелектричних систем (PV)* (Стандарт IEEE 937-2000). 445 Hoes Lane, п/с 1331, Піскатавей, штат Нью Джерсі, США.

Міжнародна асоціація маякових служб. (1987 р.). *Звіт – Семінар IALABATT з питань батарей, Дружба, Болгарія.* IALA-AISM, 20ter rue Schnapper, , 78100 St-Germain-en-Laye, France

Міжнародна асоціація маякових служб. (1989 р.). *Керівництво IALA з готовності та надійності засобів навігаційного забезпечення мореплавства* (Глава II-4). IALA-AISM, 20ter rue Schnapper, , 78100 St-Germain-en-Laye, France

Міжнародна асоціація маякових служб. (1993 р.). *Звіт – Семінар IALABATT з питань батарей.* IALA-AISM, 20ter rue Schnapper, , 78100 St-Germain-en-Laye, France

Міжнародна асоціація маякових служб. (1994 р., доповнено 1996 р.). *Керівництво IALA 1002 з техніки безпеки поводження з батареями.* IALA-AISM, 20ter rue Schnapper, , 78100 St-Germain-en-Laye, France

Міжнародна асоціація маякових служб. (1997 р.). *Звіт – Семінар IALABATT з питань батарей.* IALA-AISM, 20ter rue Schnapper, 78100 St-Germain-en-Laye, France

Керівництво IALA №1044 щодо вторинних батарей для засобів навігаційного забезпечення мореплавства  
Видання 1, червень 2005 р.

Міжнародна асоціація маякових служб. (Квітень 1999 р.). *Результати анкетування IALA з питань батарей*. IALA-AISM, 20ter rue Schnapper, , 78100 St-Germain-en-Laye, France

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1987 р.). *Вторинні свинцево-кислотні батареї – Загальні вимоги та методи тестування, Частина 1: Вентиляційний типи (Поправка № 1 1998-01; Поправка № 2 1990-12)*, IEC 60986-1. IEC Женева, Швейцарія.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1988 р.). *Герметичні нікель-кадмієві призматичні одноелементні батареї, що заряджаються*. IEC 60622. IEC Женева, Швейцарія.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1990 р.). *Нікель-кадмієві призматичні вентиляційні одноелементні батареї, що заряджаються*. IEC 60623. IEC Женева, Швейцарія.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1991 р.). *Міжнародний електротехнічний словник*, IEC 50(486). IEC Женева, Швейцарія

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1991 р.). *Портативні свинцево-кислотні елементи та батареї (типи з регулюючим клапаном) Частина 1: Загальні вимоги, функціональні характеристики та методи тестування*. IEC 61056-1. IEC Женева, Швейцарія.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1995 р.). *Стаціонарні свинцево-кислотні батареї - Загальні вимоги та методи тестування, Частина 2: Типи з регулюючим клапаном*. IEC 60986-2. IEC Женева, Швейцарія.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (1999 р.). *Вторинні свинцево-кислотні елементи та батареї для систем сонячної фотоелектричної енергії – Загальні вимоги та методи тестування*. IEC 61427. IEC Женева, Швейцарія.

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). *Електроліт для вентиляційних нікель-кадмієвих елементів*. IEC 60993. IEC Женева, Швейцарія.

Лінден, Дейвід (Linden, David) (1995 р.). *Довідник з батарей* (Друге видання). McGraw-Hill. ISBN 0-07-037921-1.

SAFT Nife, Inc. *Інструкція з встановлення та технічного обслуговування нікель-кадмієвих батарей* [Брошура], SAFT Nife, Inc., 711, Industrial Blvd., Вальдоста, штат Джорджія, США.

Sandia National Labs. (Серпень 1981 р.). *Довідник з питань зберігання вторинних батарей та регуляторів зарядження фотоелектричних систем* [Брошура]. Sandia National Laboratories, п/с 5800, Альбукерке, штат Нью Мексико 87185-0753, США.

Sandia National Labs. (Травень 1980 р.). *Довідник з питань зберігання енергетичних батарей систем фотоелектричної енергії* [Брошура], п/с 5800, Альбукерке, штат Нью Мексико 87185-0753, США, Sandia National Laboratories.

Вінсент С.А. (Vincent, C.A.), Скросаті, Б. (Scrosati, B.) (1997р.). *Сучасні батареї – Вступ до електрохімічних джерел енергії* (Друге видання). Арнольд, ISBN 0-340-66278-6/.