



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87582 (13) C2
(51) МПК (2009)
H02J 7/00
H01M 10/54

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

1

(21) а200712695
(22) 13.08.2007
(24) 27.07.2009
(86) PCT/RU2007/000445, 13.08.2007
(31) 2006128783
(32) 08.08.2006
(33) RU
(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.
(72) ТЮХТІН КОНСТАНТІН ІВАНОВІЧ, RU
(73) ТЮХТІН КОНСТАНТІН ІВАНОВІЧ, RU
(56) WO 2000/077911 A1, 21.12.2000
RU 2226019 C2, 20.03.2004
EP M1184928 A1, 06.03.2001
JP 2001118611 A, 27.04.2001
JP 2006032065 A, 02.02.2006
UA 14869, 30.06.1997
UA 26422, 30.08.1999
UA 58230, 15.07.2003

(57) 1. Спосіб відновлення акумуляторної батареї, при якому здійснюють попередню зарядку акумуляторної батареї постійним струмом, після чого акумуляторну батарею заряджають шляхом пропускання через неї послідовності прямокутних імпульсів струму, при цьому у процесі зарядки вимірюють напругу на батареї, температуру електроліту та його густину і здійснюють запис вимірних параметрів у пам'ять вимірювального засобу, який **відрізняється** тим, що до початку відновлення акумуляторної батареї у пам'ять вимірювального засобу записують параметри технологічного процесу відновлення акумуляторної батареї, які порівнюють у процесі відновлення акумуляторної батареї з поточними значеннями параметрів процесу відновлення акумуляторної батареї, які корегують у випадку їх відхилення від заданого значення параметрів технологічного процесу, зарядку акумуляторної батареї постійним струмом припиняють по досягненні поточних значень параметрів заданим значенням параметрів, записаних у пам'ять вимірювального засобу, після

2

чого здійснюють зарядку акумуляторної батареї шляхом пропускання через неї послідовності прямокутних імпульсів струму, тривалість яких встановлена в межах від 150 до 600 мс, а пауза між імпульсами складає від 2 до 6 с, при цьому амплітуду прямокутних імпульсів струму підтримують незмінною при температурі електроліту нижче наперед заданої величини, а у випадку, якщо значення температури електроліту перевищить цю величину, то амплітуду прямокутних імпульсів струму знижують до величини, при якій температура електроліту знижується до наперед заданої величини, процес зарядки припиняють при досягненні вимірюваних величин значень параметрів, що визначають закінчення процесу зарядки батареї і попередньо записані у пам'ять вимірювального засобу, після чого здійснюють вимір ємності батареї шляхом її розрядки, яку припиняють при досягненні значення напруги батареї гранично допустимої величини, встановленої для цієї батареї, цикл відновлення акумуляторної батареї повторюють, якщо ємність батареї складає менше 80 % від номінального значення.

2. Пристрій для відновлення акумуляторної батареї, що містить блок джерел зарядного струму, вихід якого служить для підключення акумуляторної батареї, датчик струму, датчик напруги, датчик температури, вимірник густини електроліту і блок пам'яті, який **відрізняється** тим, що містить процесор, блок сполучення, блок індикації і дешифратор, при цьому блок пам'яті та блок індикації з'єднані з процесором, до якого через блок сполучення підключені датчик струму, датчик напруги, датчик температури і вимірник густини електроліту, вихід процесора з'єднаний з входом дешифратора, перший вихід якого з'єднаний з входом керування підключенням джерел зарядного струму, а другий вихід дешифратора з'єднаний з входом керування параметрами зарядного струму блока джерел зарядного струму.

Винахід стосується галузі електротехніки, зокрема може бути використаний для відновлення

різних типів акумуляторних батарей, призначених

(19) UA (11) 87582 (13) C2

для використання на транспортних або інших технічних засобах.

Відомий спосіб відновлення акумуляторних батарей, переважно свинцево-кислотних, шляхом регенерації, який полягає у тому, що у процесі відновлення на батарею подають змінну напругу постійного струму, причому струм на батарею подається короткими імпульсами, тривалість яких менше тривалості паузи між імпульсами, амплітуда імпульсів струму обирається такою, щоб здійснювалося генерування газу в батареї, і була достатньою для того, щоб на кожному елементі акумуляторної батареї виникала напруга не менше 2,4 вольти під час дії імпульсу струму, при цьому у процесі відновлення здійснюється запис параметрів технологічного процесу, які використовують для керування процесом відновлення (WO 0077911 A1, H 02J 7/00, 21.12.2000р.).

Недоліками відомого способу відновлення акумуляторних батарей є неповне відновлення ємності батареї навіть у випадку, якщо відновлювана акумуляторна батарея не піддавалася експлуатації, та незначне зниження сульфатації пластин, що справляє вплив на надійність роботи акумуляторної батареї.

Відомо, що потужність батареї в ході її експлуатації знижується і в кінці складає лише 25% від початкової. Це обумовлене тим, що в ході процесу зарядки, наприклад, свинцевого акумулятора його негативні електроди перетворюються на губчасту масу металевого свинцю, позитивні електроди - в оксид свинцю PbO_2 , при цьому концентрація сірчаної кислоти H_2SO_4 в електроліті (і його густина) збільшується.

При неповній зарядці акумулятора частина кристалітів $PbSO_4$ (найчастіше на позитивному електроді) не перетворюється і старіє (укрупнюється) з утворенням на поверхні пластин непровідної кірки. Разом з тим, продовження зарядки після використання всього сульфату свинцю призводить до розряду на негативному (покритому губчастим свинцем) електроді протонів води з виділенням водню, а на покритому PbO_2 позитивному електроді - гідроксил-іонів з виділенням кисню, тобто акумулятор "закипає". При цьому витрачається вода, концентрація кислоти підвищується, що посилює корозію струмовідводів. Вказане вище газовиділення розпушує активну масу пластин електродів, що також є небажаним. Таким чином, до числа небажаних процесів при експлуатації акумуляторів можна віднести наступні:

- сульфатацію пластин, що полягає в утворенні крупних кристалітів сульфату свинцю, який є діелектриком і перешкоджає проходженню оборотних струмоутворюючих процесів;

- корозію електродів, тобто електрохімічні процеси окислення і розчинення в електроліті матеріалу електродів, що викликає обсіпання матеріалу струмовідводів;

- обповзання та обсіпання активної маси позитивних електродів, пов'язані з необоротним розпушуванням, порушенням однорідності та механічної міцності активної маси, що інтенсифікуються при великих значеннях струмів заряду і розряду, інтенсивному газовиділенні (зокрема, при електролізі води) і підвищених температурах (напри-

клад, через підвищений внутрішній опір, пов'язаний з сульфатацією пластин);

- дезактивацію активної маси позитивних електродів, внаслідок чого частина активної форми оксиду свинцю PbO_2 перетворюється на менш активну форму.

Вже під час зарядки нових батарей кристали і оксиди починають покривати електрод. Навіть підзарядка нових батарей рідко дає 100% результати. У процесі підзарядки батарей з оксидами та сульфатами кристалічних пластин на свинцевих електродах полях батареї пошкоджуються, електроди стають крихкими і частина їх навіть падає на дно батареї. В результаті цього батареї швидко розряджаються.

Технічний результат винаходу полягає в усуненні вказаних недоліків, а саме, у зниженні процесу сульфатації пластин та забезпеченні відновлення ємності акумуляторної батареї на рівні не менше 80% від номінального значення.

Технічний результат винаходу у частині спосіб досягається тим, що у способі відновлення акумуляторної батареї, при якому здійснюють попереднє заряджання акумуляторної батареї постійним струмом, після якого акумуляторну батарею заряджають шляхом пропускання через неї послідовності прямокутних імпульсів струму, при цьому у процесі заряджання вимірюють напругу на батареї, температуру електроліту та його густину і здійснюють запис вимірюваних параметрів у пам'ять вимірювального засобу, попередньо до початку відновлення акумуляторної батареї у пам'ять вимірювального засобу записують параметри технологічного процесу відновлення акумуляторної батареї, які порівнюють у процесі відновлення акумуляторної батареї з поточними значеннями параметрів процесу відновлення акумуляторної батареї, які корегують у випадку їх відхилення від заданого значення параметрів технологічного процесу, заряджання акумуляторної батареї постійним струмом припиняють після досягнення поточних значень параметрів заданим значенням параметрів, записаних у пам'ять вимірювального засобу, після чого здійснюють заряджання акумуляторної батареї шляхом пропускання через неї послідовності прямокутних імпульсів струму, тривалість яких встановлена в межах від 150 до 600 мсек., а пауза між імпульсами складає від 2 до 6 сек., при цьому амплітуду прямокутних імпульсів струму підтримують незмінною при температурі електроліту нижче наперед заданої величини, а у випадку, якщо значення температури електроліту перевищить цю величину, то амплітуду прямокутних імпульсів струму знижують до величини, при якій температура електроліту знижується до наперед заданої величини, процес заряджання припиняють при досягненні вимірюваних величин значень параметрів, що визначають закінчення процесу заряджання батареї та попередньо записані у пам'ять вимірювального засобу, після чого здійснюють вимір ємності батареї шляхом її розрядки, яку припиняють при досягненні значення напруги батареї гранично допустимої величини, встановленої для цієї батареї, цикл відновлення акумуляторної батареї повторюють, якщо ємність

батареї складає менше 80% від номінального значення.

Технічний результат винаходу у частині пристрій досягається тим, що відомий пристрій для відновлення акумуляторної батареї, що містить блок джерел зарядного струму, вихід якого служить для підключення акумуляторної батареї, датчик струму, датчик напруги, датчик температури, вимірник густини електроліту і блок пам'яті, додатково забезпечено процесором, блоком сполучення, блоком індикації і дешифратором, при цьому блок пам'яті та блок індикації з'єднані з процесором, до якого через блок сполучення підключені датчик струму, датчик напруги, датчик температури і вимірник густини електроліту, вихід процесора з'єднаний з входом дешифратора, перший вихід якого сполучений з входом керування підключенням джерел зарядного струму, а другий вихід дешифратора з'єднаний з входом керування параметрами зарядного струму блока джерел зарядного струму.

Технічне рішення з вищепереліченою сукупністю ознак дозволяє здійснити відновлення ємності батареї на рівні, близькому до 100% від номінального значення. При цьому вищезгаданий процес відновлення акумуляторної батареї значною мірою знижує негативний процес сульфатації пластин батареї.

На Фіг.1 подана функціональна схема пристрою для відновлення акумуляторної батареї.

Пристрій для відновлення акумуляторної батареї містить блок 1 джерел зарядного струму, вихід якого служить для підключення відновлюваної акумуляторної батареї, процесор 2, до якого через блок 3 сполучення підключені датчик 4 струму, датчик 5 напруги, датчик 6 температури і вимірник 7 густини електроліту, вихід процесора 2 з'єднаний з входом дешифратора 8, перший вихід якого з'єднаний з входом керування підключенням джерел зарядного струму, а другий вихід дешифратора з'єднаний з входом керування параметрами зарядного струму блока 1 джерел зарядного струму, до процесора 2 підключені блок 9 пам'яті та блок 10 індикації.

Здійснення винаходу у частині пристрій

Пристрій для відновлення акумуляторної батареї працює наступним чином. Акумуляторну батарею, що підлягає відновленню, підключають до виходу (вихідних клем) блока 1 джерел зарядного струму. Встановлюють датчики 4, 5, 6 і 7. За допомогою процесора 2 здійснюється діагностика стану відновлюваної акумуляторної батареї, а блок 10 здійснює відображення контрольованих параметрів. У блок 9 пам'яті записують параметри технологічного процесу відновлення акумуляторної батареї з урахуванням попередньої діагностики стану відновлюваної акумуляторної батареї. При запуску процесу відновлення акумуляторної батареї з першого виходу дешифратора надходить сигнал на вхід керування підключенням джерел зарядного струму, при цьому вихід блока 1 з'єднаний з джерелом постійного зарядного струму. Протягом встановленого часу здійснюється попередня зарядка акумуляторної батареї, при цьому процесор здійснює порівняння поточних значень параметрів процесу попереднього заряду акумулятор-

ної батареї із заданими значеннями параметрів, записаних у блок 9 пам'яті. По досягненні заданих значень параметрів процесор 2 виробляє сигнал, який через дешифратор 8 надходить на вхід керування підключенням джерел зарядного струму і здійснює підключення джерела прямокутних імпульсів струму до виходу блока 1. Далі здійснюють заряджання акумуляторної батареї шляхом пропускання через неї послідовності прямокутних імпульсів струму, тривалість яких залежно від типу і стану батареї встановлюється в межах від 150 до 600мсек., а пауза між імпульсами складає від 2 до 6сек., при цьому амплітуду прямокутних імпульсів струму підтримують незмінною. Поточні параметри процесу зарядки акумуляторної батареї при пропусканні через неї послідовності прямокутних імпульсів струму порівнюють із заданими значеннями параметрів, записаних у блок 9 пам'яті. При відхиленні параметрів процесу зарядки акумуляторної батареї від заданих значень параметрів технологічного процесу процесор 2 виробляє сигнал, який через дешифратор 8 надходить на вхід керування параметрами зарядного струму блока 1 і здійснює підстроювання вихідних параметрів джерела прямокутних імпульсів струму до заданих значень технологічного процесу. Процес зарядки припиняють при досягненні вимірюваних величин значень параметрів, що визначають закінчення процесу зарядки батареї. Ці дані попередньо записані у блок 9 пам'яті. По закінченні зарядки процесор 2 виробляє сигнал, що забезпечує відключення джерела зарядного струму від виходу блока 1. Далі здійснюють вимір ємності батареї шляхом її розряджання. Для цього до виводів батареї підключають навантаження, яке забезпечує задану величину струму розряду. Розрядку батареї припиняють при досягненні значення напруги батареї гранично допустимої величини, встановленої для цієї батареї, цикл відновлення акумуляторної батареї повторюють вищепописаним способом, якщо ємність батареї складає менше 80% від номінального значення.

Як показали проведені нами фізико-хімічні дослідження, ефект відновлення, що спостерігався при реалізації заявленого способу, обумовлений складними процесами, які відбуваються в електроліті та на електродах.

Зокрема, є всі підстави вважати, що вказаний ефект обумовлений збігом частоти імпульсів з частотою власних частинок. Цей збіг коливальних у кислотних акумуляторах веде до того, що частинки сульфату вибиваються в електроліт, а неструмопровідний матеріал, що залишився, обсіпається, в результаті чого електрод очищається від сульфатів на 100%. Далі йде процес зворотного електролізу, і молекули металу, що вивільнилися, повертаються на електроди. При цьому відбувається процес перетворення α -модифікації електрода у β -модифікацію, що збільшує Е.Д.С. електрода у 1,6 рази. Внаслідок цього ємність кислотних акумуляторів збільшується у 2-4 рази.

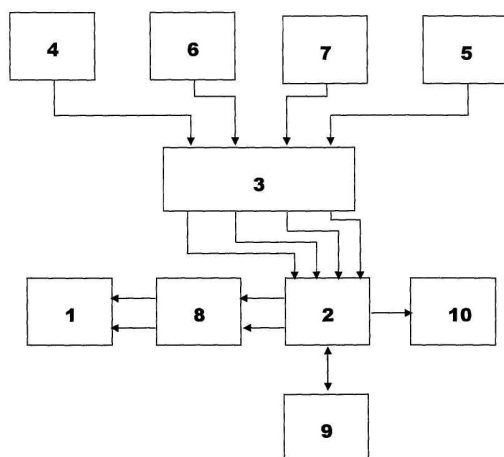
У лужних акумуляторах в результаті збігу імпульсів з частотою коливання частинок з кристалічною решіткою електродів відбувається дроблення зерна електрода. В результаті чого стало можливим подолання ефекту "камня пам'яті"

акумулятора. При цьому збільшується Е.Д.С. та ємність акумулятора від 2 до 5 разів.

Здійснення винаходу у частині способу

Спосіб відновлення акумуляторної батареї може бути реалізований наступним чином. Керування процесом відновлення акумуляторної батареї може здійснюватися за допомогою обчислювального пристрою (комп'ютера), у пам'ять якого записують параметри технологічного процесу відновлення акумуляторної батареї. Для контролю поточних параметрів процесу відновлення акумуляторної батареї та інші параметри датчики температури електроліту, вимірники густини електроліту і підключають вимірювальні засоби для контролю зарядного струму та напруги на елементах акумуляторної батареї. Інформація про поточні значення температури і густини електроліту, величини зарядного струму і напруги на елементах акумуляторної батареї та інші параметри процесу відновлення акумуляторної батареї надходить в обчислювальний пристрій, де здійснюється обробка інформації, що надходить, порівняння поточних параметрів із заданими параметрами технологічного процесу відновлення і вироблення сигналів керування зарядним пристроєм. Акумуляторну батарею підключають до вихідних клем зарядного пристрою. Відповідно до програми обчислювальний пристрій виробляє сигнали, що надходять на входи керування зарядним пристроєм, який спочатку забезпечує попередню зарядку акумуляторної батареї постійним струмом. Час попередньої зарядки залежить від ступеня зарядженості відновлюваної батареї і може складати від 0 до 255 хвилин. Попередню зарядку акумуляторної батареї постійним струмом припиняють по досягненні поточних значень параметрів заданим значенням параметрів, записаних у пам'ять обчислювального пристрою або вимірювального засобу. Зокрема, для кислотної акумуляторної батареї припинення її попередньої зарядки може бути здійснене при досягненні густини електроліту величини, що дорівнює $1,18 \div 1,19 \text{ г/см}^3$, та досягненні напруги на елементі акумуляторної батареї величини, дорівнюючої 1,85 в. Значення вищезазначених параме-

трів записуються у пам'ять обчислювального пристрою або вимірювального засобу і відповідають приблизно 30% заряду акумуляторної батареї. Далі здійснюється зарядка акумуляторної батареї послідовністю прямокутних імпульсів струму, тривалість і частота повторення імпульсів обираються виходячи з типу та стану електродів. При цьому у процесі зарядки послідовністю прямокутних імпульсів струму через задані відрізки часу здійснюють дискретну зміну амплітуди імпульсів струму до оптимального значення, яке визначається значенням напруги на елементах акумуляторної батареї. Напруга на елементах акумуляторної батареї повинна бути в межах від 2 в до 2,6 в для кислотних акумуляторів і в межах від 1,1 в до 1,6 в для лужних акумуляторів. Далі процес заряджання акумуляторної батареї здійснюють при оптимальному значенні амплітуди імпульсів зарядного струму. У випадку підвищення температури електроліту до наперед встановленої величини знижують величину зарядного струму, при якій температура електроліту не виходить за допустимі межі. Процес зарядки припиняють при досягненні вимірюваних величин значень параметрів, що визначають закінчення процесу зарядки батареї і попередньо записані у пам'ять вимірювального засобу. Як такі параметри можуть бути використані, наприклад, стабільність (незмінність) напруги на елементах акумуляторної батареї і густини електроліту. Після цього вимірюють ємність батареї шляхом її розрядки, яку припиняють при зниженні напруги на клеммах акумулятора до значення гранично допустимої напруги, встановленої для даного типу батареї. Величина струму розряду повинна відповідати величині, вказаній у паспортних даних на виріб, який піддається процесу відновлення. Якщо в результаті відновлення акумуляторної батареї її величина ємності виявиться менше 80% від номінального значення, то вищезгаданий цикл відновлення повторюють знов. Залежно від технічного стану батареї виріб може піддаватися декільком циклам вищеописаного відновлення. При цьому можливе корегування параметрів технологічного процесу відновлення акумуляторної батареї.



ФІГ. 1