



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 58170

(13) C2

(51) МПК (2006)

H01M 6/04

H01M 2/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СВИНЦЕВА БАТАРЕЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ

1

(21) 2002108198

(22) 16.10.2002

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Дзензерський Віктор Олександрович, Скосар
Юрій Іванович, Анікеєв Євген Володимирович,
Бурилов Сергій Володимирович, Скосар Вячеслав
Юрійович, Буряк Олександр Панасович(73) Дзензерський Віктор Олександрович, Скосар
Юрій Іванович, Анікеєв Євген Володимирович,
Бурилов Сергій Володимирович, Скосар Вячеслав
Юрійович

(56) RU 2189091, 10.09.2002.

US 6379839, 30.04.2002.

US 6023146, 08.02.2000.

2

(57) Свинцева батарея циліндричних акумуляторів, що містить корпус з ячейками, у яких розміщено акумулятори зі спірально намотаними електродами, розділеними сепараторною стрічкою зі зв'язаним електролітом і з'єднані між собою системою комутації, яка **відрізняється** тим, що акумулятори з'єднані в потрійні нерознімні блоки і покладені горизонтально, контактні вушка різних полярностей у кожному акумуляторі блока виведено на протилежні торці електродних рулонів, а групи вушок від сусідніх акумуляторів у блоці з'єднано між собою контактними шайбами, сформованими металургійним шляхом за допомогою рознімної виливниці з гребінчастими стиками, розташовуваної в зонах сходження вушок.

Винахід відноситься до електротехніки, до тієї її частини, що стосується виробництва хімічних джерел струму, зокрема, стартерних акумуляторних батарей для важких режимів роботи.

Для стартерних акумуляторних батарей (АБ) у числі ключових експлуатаційних параметрів особлива вага має коефіцієнт відношення миттєвого значення розрядного струму до номінальної ємності. І якщо в ряді промислових типів він складає 4 - 5, то по технічних вимогах до деяких двигунів з великим крутячим моментом запуску його значення не може бути нижче 6. Збільшення цього коефіцієнта технологічно здійснено тільки завдяки збільшенню сумарної поверхні електродів за рахунок зменшення їхньої товщини. Але цю операцію можна зробити тільки з помітною втратою механічної міцності самих електродів. Зазначене протиріччя стало серйозною проблемою для АБ із плоскими пластинчастими електродами. Для компенсації міцнісних характеристик застосовують метод спіральної згортки, при якому довгу композитну заготовку з тонких електродів різної полярності, прокладених сепараторною стрічкою, звертають у рулон. Якщо згортку робити з достатнім натягом, то отриманий циліндричний елемент дістає необхідну механічну міцність і додаткову вібро-

удароміцність. Такі АБ розроблені та виробляються серійно. Вони досить надійно захищені від газотворення.

Однак при деяких конструкторських задачах, при розробці АБ, здатних надійно функціонувати у важких режимах експлуатації, при виході на великі розрядні струми зі збереженням великої номінальної ємності в умовах жорстких габаритних обмежень вимагаються додаткові технологічні прийоми для забезпечення стабільності їхніх функцій. При екстремальних навантаженнях в АБ можуть виникати рецидиви, здавалося, подавлених уже процесів газотворення. Габаритні ліміти змушують оптимізувати систему струмознімання і міжелементної комутації.

Приклади модернізації АБ із плоскими електродами, а також АБ циліндричного типу численні, а проблематика широка. У відібраних роботах вирішуються задачі, найбільш близькі до перерахованих вище проблем, їхні недоліки виявлені нами тільки в опорі на той комплекс вимог, що продекларовано вище.

Відома свинцева акумуляторна батарея за [патентом України №24887, МПК⁶ H01M2/10, опубл. 15.02.2000р., бюл. №2]. Запатентована конструкція АБ складається зі свинцевих акумуля-

(13) C2

(11) 58170

(19) UA

торів із плоскими пластинчастими електродами. Головним недоліком цієї АБ є низька енергоємність і малий коефіцієнт відносини миттєвого значення розрядного струму до номінальної ємності (при стартерному струмі 400 А і номінальній ємності 85А*ч він дорівнює 4,7). Для сучасних машин, які мають двигуни з великим крутячим моментом запуску такі характеристики вже недостатні.

Відома свинцева батарея рулонної конструкції за [патентом США №5922490, МПК⁶ H01M2/00]. Запатентована конструкція АБ складається зі свинцевих акумуляторів рулонного типу. Вони розміщені в корпусі, що має визначену кількість вертикальних циліндричних ячеек. В ячейки вставлено акумулятори, зібрані з позитивного і негативного електродів, розділених сепаратором і згорнутих по спіралі з утворенням циліндра. У залежності від технічних вимог акумуляторні батареї можуть мати різні ємності. Для фіксації рулонів різного діаметра в однакових осередках передбачено об'ємні вставки, які підвищують жорсткість зборки.

Недоліками описаної АБ є нераціональне використання об'єму ячеек корпусу, що виражається в зменшенні питомої енергоємності, а також складність системи струмознімання і комутації.

Відомий також циліндричний акумулятор за [патентом США №5637416, МПК⁶ H01M6/10]. Він утворюється спіральним намотуванням «сендвіча» із двох стрічкових електродів протилежної полярності, розділених сепаратором. Один з електродів має двошарову структуру з різною пористістю і товщиною шарів. Активний матеріал заповнює пори шару з більш високою пористістю. Акумулятор працює у вертикальному положенні.

До недоліків описаної конструкції можна віднести зайву товщину одного з електродів, що веде до зменшення кількості шарів у рулоні, уписаному у фіксовані габарити ячейки корпусу, що в результаті не дає одержати високий коефіцієнт відношення миттєвого значення розрядного струму до номінальної ємності.

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним як прототип, є свинцева батарея з циліндричними акумуляторами, розроблена фірмою Optima Batteries One. (США). [Wound cells improve battery safety, durability. / Murray C.J. // Des. News - 1991. - 47, №21. - Р. 109 - 110.]. Електроди акумуляторів являють собою циліндри, згорнуті з прямкутних композитних заготовок. Вони установлені вертикально в циліндричні ячейки корпусу батареї. Кожна заготовка складається з позитивної і негативної електродних пластин, між якими прокладена волокниста сепараторна стрічка, просочена електролітом. Вушка обох полярностей виведені на верхній торець циліндра і з'єднані полюсними містками.

До недоліків прототипу можна віднести те, що газові пухирці, переміщуються тільки різного роду флуктуаційними силами, а архімедова сила направляє їх тільки уздовж пластин, відчого, з великим ступенем ймовірності, вони можуть застрягати в сепараторі, знайшовши перешкоду, яка перевищує рушійну силу. Тому можлива неповна рекомбінація газової фракції у воду, що небезпечно для герметичної батареї. Крім того, через несиметричний (однобічний) вивід контактних вушок, створю-

ються умови для нерівномірного розподілу струму по площі пластин, що призводить до росту локального розряду у верхній частині рулону. Такий режим струмознімання дає втрату потужності і зменшення терміну служби АБ. І, нарешті, систему міжелементної комутації, виконано з провідних перемичок і токових містків, збільшує габарити батареї, що може утрудняти їхнє монтажне припасування до габаритів машин, які обслуговуються, а також призводить до зменшення питомої (по об'єму) енергоємності АБ.

В основу винаходу поставлена задача оптимізації розподілу струму по площі електродів і збільшення коефіцієнта використання активної маси, прискорення процесу рекомбінації газів, збільшення компактності системи комутації, а також збільшення питомої енергоємності та віброудароміцності.

Поставлена задача вирішується тим, що у свинцевій батареї циліндричних акумуляторів, що містить корпус з ячейками, у яких розміщено акумулятори зі спіралью намотаними електродами, розділеними сепараторною стрічкою зі зв'язаним електролітом і з'єднані між собою системою комутації, відповідно винаходу, акумулятори з'єднані в потрібні нероз'ємні блоки і покладені горизонтально, контактні вушка різних полярностей у кожному акумуляторі блоку виведено на протилежні торці електродних рулонів, а групи вушок від сусідніх акумуляторів у блоці з'єднано між собою контактними шайбами, сформованими металургійним шляхом за допомогою розлівної виливниці з гребінчастими стиками, розташовуваної в зонах сходження вушок.

Горизонтальне положення рулону створює сприятливі умови для рекомбінації газів (кисню і водню). Це обумовлено тим, що в даному компоненті архімедова сила, що діє на пухирець кисню, у більшості випадків направлена практично впоперек сепараторного зазору збігається по напрямку з концентраційним градієнтом по кисню, тому що поверх позитивного електрода завжди розташовано сусідній негативний електрод (за винятком невеликих бічних ділянок рулону, де поверхні електродів вертикально спрямовані). Скловолоконний сепаратор зі зв'язаним електролітом має структуру, яка створює сильну анізотропію. Опору руху газових пухирців. Поперечний опір у багато разів менше подовжнього. Природний рух пухирців газу в полі ваги направляє їх при горизонтальній орієнтації рулону не уздовж пластин, а між ними. І хоча результуючі сили, які направляють пухирці мають трохи різний напрямок у різних точках рулону, загальним для них є те, що усі вони діють по шляху зі зниженим опором ходу газу в порах сепаратора. Крім того, мала товщина сепаратора сприяє контакту кисню з негативним електродом, оскільки пухирець може легко дістати розмір, що перевищує товщину сепараторної стрічки, не вискочивши при цьому за межі рулону, тому що архімедова сила направлено впоперек сепаратора. Не прореагувавши кисень з нижніх чи бічних частин рулону може при вібраціях зміщатися, але тільки у верхню частину рулону, де рекомбінує, притиснутий сумарною силою до негативного електрода. У будь-якому випадку вихід пухирців

газу за межі рулону неможливий. Перепад концентрації розчиненого газу по зазору змушує молекули кисню дифундувати убік негативного електрода.

Таким чином, і молекули кисню і їхніх бульбашкових скупчень легко переміщуються в потрібному напрямку, збільшуючи швидкість і повноту рекомбінації, з тієї причини, що діючі на них сили, утримують їх у межах рулону, де вони неминуче рекомбінують. У даному випадку циклічні сили вібрацій, які супроводжують роботу акумуляторів у складі транспортних засобів, сприяють просуванню газових пухирців у напрямку одного з електродів, а не до виходу з рулону, що теж прискорює рекомбінацію. Поліпшення умов рекомбінації газових фракцій дає можливість збільшити гарантії безпечної експлуатації батарей, особливо в герметичних модифікаціях.

Горизонтальне розміщення акумуляторів дає ще одну корисну перевагу в порівнянні з вертикально скомпонованою АБ - відбувається силове розвантаження вушок. Вони тепер не тримають рулон, який бандажований бічною поверхнею корпусу і спирається усією вагою на дно акумуляторного відсіку. Зняття механічних "навантажень" з вушків збільшує їх вібро-удароміцність. Збільшується також віброміцність електродів, оскільки опаданню активного шару перешкоджає не тільки напруга стиску, яка виникла при намотуванні рулону, а також зміна орієнтації електродів щодо сили ваги, що діє тепер не уздовж, а впоперек активного шару.

Немаловажним достоїнством горизонтального розміщення акумуляторів з роздільним виводом полюсних контактів є торцева локалізація останніх. У батареях великої потужності, призначених для важких режимів роботи, контакти виводять на торцеві площини під болтове кріплення.

Рознесення контактних виводів на протилежні торці рулонів приводить до вирівнювання подовжного опору електродів і, як наслідок, до рівномірного розподілу струму і до підвищення коефіцієнта використання активної маси (на 10 - 15% у порівнянні з аналогами). У тому випадку, якщо контакти обох полярностей виходять на один торець рулону, добір струму йде набагато інтенсивніше з верхівкової частини, а локальні токові перевантаження тих самих ділянок, особливо при стартерних режимах викликають швидку деградацію електродів, тобто старіння АБ. У той час як усереднення інтенсивності реакцій потенціалоутворення по площі електродів, сприяє збільшенню кількості робочих циклів АБ. Таким чином, організація струмовідбору з протилежних торців дає значний корисний ефект.

Один свинцево-кислотний акумулятор здатний створити максимальну ЕРС, рівну 1,92 - 2,15В, тобто, у середньому - 2,0В. Найбільш розповсюджена напруга машин, що обслуговуються, дорівнює 6-ти, 12-ти чи 24-м В. При послідовному з'єднанні в батарею 2-х вольтових акумуляторів з різною кратністю складаються необхідні джерела живлення. Але при технічній вимозі мінімізації габаритів АБ, а це особливо актуально для акумуляторів рулонного типу, у яких збільшення розрядного струму домагаються за рахунок помітного

зменшення номінальної ємності, з'єднання такого числа акумуляторів вимагає досить громіздкої системи комутації, що містить токові містки, перемички і т.п. Крім того, рулонний спосіб виготовлення грішить нерациональним використанням робочого об'єму корпусу. Уписування системи циліндричних акумуляторів у прямокутний корпус веде до зменшення сумарної активної маси, вміщеної в ці габарити. Але ж від кількості останньої прямо залежить електрична ємність АБ. Для збільшення компактності у винаході пропонується монтувати 6-ти вольтові потрійні нероз'ємні блоки, що складаються з трьох 2-х вольтових акумуляторів. І вже з таких потрійних блоків комплектувати батареї необхідної номінальної напруги. Тому блок мінімального номіналу в АБ, що заявляється, складається з трьох 2-х вольтових акумуляторів.

Як уже відзначалося, у кожному акумуляторі патентованої АБ вушки протилежних полярностей виведені на різні торці. Тому послідовне стикування рулонів для одержання 6-ти вольтових потрійних блоків здійснюється методом металургійного з'єднання усіх вушків шляхом формування перехідника (шайби), яка служить загальним електричним контактом для обох груп вушків. Шайби, сформовані в зазорах між торцями сусідніх акумуляторів у блоці, служать одночасно і механічною опорою, яка з'єднує три акумулятори в один потрійний нероз'ємний блок. Подібний тип стикування має максимальну в даному компонованні компактність. При обмеженості об'єму, відпущеного для АБ у машинах, що обслуговуються, компактність службових елементів пристрою дає можливість збільшити кількість активного матеріалу шляхом деякого збільшення розмірів електродів, що підвищує питому енергоемність АБ.

За наявними в авторів відомостями запропоновані істотні відмінності, які характеризують суть винаходу, не відомі в даному розділі техніки.

Запропоноване технічне рішення може бути використане на підприємствах з виробництва акумуляторних батарей, зокрема - свинцево-кислотних типів. Особливе значення це може мати у випадку виробництва акумуляторів з великим розрядним струмом для важких режимів роботи (для запуску двигунів і живлення електроустаткування спеціальних машин, які відносяться до груп 1.10 - 1.11 категорії А ГОСТ В 20.39.304).

На фіг.1, 2, 3 наведено принципову схему потрійного нероз'ємного блоку циліндричних акумуляторів.

Акумулятори 1, отримані рулонною згортою «сандвіча» із двох стрічок, містять спіральний електрод 2 позитивної полярності й аналогічний електрод 3 негативної полярності, який по всій довжині прокладений із двох сторін стрічковим матричним сепаратором 4. При згортці негативний електрод укладається поверх позитивного, що потрібно для створення найкращих умов для рекомбінації газів. Позитивні електродні вушка 5 виведені на торець I, а негативні вушка 6 - на торець II кожного акумулятора. Розкрій струмовідводів зроблений з перемінним кроком вушок. Крок підібраний так, що при згортці в рулон вушки утворюють прямий ряд уздовж діаметра рулону, причому ряди вушків протилежних полярностей у плані перпендикулярні один

одному. Три таких циліндричних акумулятори об'єднано в один потрійний нероз'ємний блок за допомогою контактних шайб 7. Такі ж шайби утворюють торцеві однополярні виводи, у які врізані контактні штуцера 8. Усі три акумулятори запресовано в загальний трубчастий корпус 9 з полімерного матеріалу.

Стикування акумуляторів здійснюють у такий спосіб. Три акумулятори 1 фіксують в оснащенні (не показана) вертикально з можливістю незалежного вертикального зсуву і позиціонують, орієнтуючи ряди вушків, що зсовуються зустрічне, 5 і 6 хрестоподібно, а також дотримуючи сполучення полярностей, тому що акумулятори з'єднують у послідовний ланцюг з метою підсумовування їхньої ЕРС. Зазори, що утворилися між акумуляторами, зменшують доти, поки їхній розмір не стане менше подвоєної висоти вушків. При такому зрушенні зустрічні ряди утворюють захід, розмір якого некритичний, але на практиці досягає третини від висоти вушків она заходу, що утворилася, використовується для формування контактної шайби 7. Шайби в зазорах між позиціонованими акумуляторами 1 формуються металургійним способом. Для цього в зону заходу встановлюють рознімну виливницю 10 із гребінчастим стиком 11. Глибина виливниці з невеликим перевищенням дорівнює товщині зони заходу. Вона складається з двох половин і має на стику гребінчасті пропили, розмір і частота проходження яких відповідає габаритам ряду вушків, який вона і затискає при установці. Люфт між вушками і щілинами виливниці не перевищує 0,1 мм і рідкий свинець не протікає, утримуваний силами поверхневого натягу. Половини насаджують на ряд вушків однієї полярності так, що ряд іншої полярності упирається в її дно. Потім у виливницю заливають свинець (чи його сплав). Рідкий метал, заповнюючи виливницю до встановленого рівня, заливає ті кінцеві частини електродів по обидва боки, які виступають у зону заходу. За-

стигаючи, він з'єднує усі вушки, які вже профлюсовано на стадії виготовлення струмовідводів, як у механічному, так і в електричному відношенні, створюючи стикове кріплення - контактну шайбу 7. Причому відбувається не механічна сполука за рахунок сил адгезії, а металургійна, за рахунок сплави. Ту ж операцію роблять із другим стиком і з крайніми групами вушків (однополярні зони). Після цього виливницю знімають, а отриманий потрійний нероз'ємний блок піддають електрохімічній обробці (просоченню електролітом і формуванню) і поміщають у тубус з поліпропілену. Після обтиснення з метою герметизації й урізання контактних штуцерів 8, акумулятор готовий до використання. З описаних потрійних блоків можна збирати батареї будь-якого вольтажу кратного 6В.

Патентований потрійний нероз'ємний блок конструктивно істотно компактніше, ніж аналогічна батарея, зі стандартною комутацією. Оскільки з найбільшим ефектом описані акумулятори працюють у горизонтальному положенні, то АБ з них збирають, розташовуючи їх у відведеному обсязі в горизонтальному укладанні, з'єднуючи між собою полюсними містками відповідні контактні штуцера. У даному укладанні міжелементних з'єднань значно менше, ніж у прототипі. А їхня геометрична структура створює додаткові зручності при монтажних і ремонтних роботах.

Описані зміни в конструкції акумуляторів рулонного типу, а також в укладанні їх у батарею дають можливість збільшити коефіцієнт відношення розрядного струму до номінальної ємності до 6 і більше за рахунок оптимізації розподілу струму по площі електродів, підвищити безпеку роботи герметичної АБ за рахунок прискорення процесу рекомбінації газів у міжелектродному просторі, а також підвищити питому енергоємність АБ шляхом збільшення коефіцієнта використання активної маси електродів і збільшення компактності системи комутації.

