



УКРАЇНА

(19) UA (11) 97172 (13) C2

(51) МПК

H01M 2/20 (2006.01)

G01R 31/36 (2006.01)

G01N 27/22 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ МІЖЕЛЕМЕНТНИХ З'ЄДНАНЬ І ПОЛЮСНИХ ВИВОДІВ СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

1

(21) а201003717

(22) 31.03.2010

(24) 10.01.2012

(46) 10.01.2012, Бюл.№ 1, 2012 р.

(72) ДЗЕНЗЕРСЬКИЙ ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,  
БУРИЛОВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, СКОСАР  
ВЯЧЕСЛАВ ЮРІЙОВИЧ, ВИДУТА ОЛЕНА ЛЕОНІ-  
ДІВНА(73) ІНСТИТУТ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХ-  
НОЛОГІЙ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРА-  
ЇНИ "ТРАНСМАГ"

(56) SU 1374305 A1, 15.02.88

RU 2326473 C1, 10.12.2006

UA 82129 C2, 11.03.2008

US 7466137 B2, 16.12.2008

RU 2085930 C1, 27.07.1997

US 2005/0215124 A1, 29.09.2005

EP 0524377 B1, 13.12.1995

(57) Спосіб контролю міжелементних з'єднань і полюсних виводів свинцево-кислотних акумуляторних батарей, при якому в батарею в електроліт вводять допоміжні електроди, вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів і між полюсними виводами і відповідними допоміжними електродами акумуляторів, що мають полюсні виводи, потім через контрольовані з'єднання пропускають постійний струм, що задовольняє умовам неруйнуючого контролю, і знов вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів і між по-

2

люсними виводами і відповідними допоміжними електродами акумуляторів, що мають полюсні виводи, далі визначають різницю величин різниць потенціалів, виміряних до і після включення струму, обчислюють відношення цих різниць величин різниць потенціалів до амплітуди постійного струму, що пропускається, і по обчисленому відношенню визначають справність міжелементних з'єднань і полюсних виводів, порівнюючи їх з відповідними значеннями для справних міжелементних з'єднань і полюсних виводів, який **відрізняється** тим, що величину постійного струму  $I$ , А, вибирають в межах (4,5-7,5)  $C_{20}$ , де  $C_{20}$  - номінальна ємність батареї при 20-годинному режимі розряду, А·год., час пропускання струму  $t$  до моменту вимірювання різниці потенціалів розраховують по формулі:

$$t = 36C_{20}/I \pm 1 \quad (1),$$

де  $t$  - час пропускання струму через батарею, с; $C_{20}$  - номінальна ємність батареї при 20-годинному режимі розряду, А·год.; $I$  - постійний струм, А,

вважають, що контрольоване міжелементне з'єднання або полюсний вивід несправні, якщо обчислене відношення різниці величин різниць потенціалів, виміряних до і після включення струму, до амплітуди постійного струму, що пропускається, перевищує на 70 % і більше відповідну величину для справного міжелементного з'єднання або полюсного виводу, інакше контрольоване міжелементне з'єднання або полюсний вивід справні.

Винахід належить до електротехнічної промисловості, а саме, до виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей.

У технології акумуляторобудування однією з найважливіших операцій є контроль якості міжелементних з'єднань і полюсних виводів акумуляторних батарей. Від результату цієї операції істотно залежить якість продукції, що випускається, і кількість претензій від споживачів. Досвід експлуатації свинцево-кислотних акумуляторних батарей

показав, що при неякісному зварюванні міжелементних з'єднань і полюсних виводів і поганому контролі їх якості відповідні рекламаци споживачів складають приблизно біля половини всіх претензій на якість продукції.

Як найближчий аналог нами прийнято спосіб контролю міжелементних з'єднань і полюсних виводів акумуляторних батарей, при якому в батарею в електроліт вводять допоміжні електроди, вимірюють різницю потенціалів між допоміжними

(13) C2

(11) 97172

(19) UA

електродами сусідніх акумуляторів і між полюсними виводами і відповідними допоміжними електродами акумуляторів, що мають полюсні виводи, потім через контрольовані з'єднання пропускають постійний струм, який задовольняє умовам неруйнующого контролю, і знову вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів і між полюсними виводами і відповідними допоміжними електродами акумуляторів, що мають полюсні виводи, далі визначають різницю величин різниць потенціалів, зміряних до і після включення струму, обчислюють відношення різниць величин різниць потенціалів до амплітуди постійного струму, що пропускається, і по обчисленому відношенню визначають справність міжелементних з'єднань і полюсних виводів, порівнюючи їх з відповідними значеннями для справних міжелементних з'єднань і полюсних виводів [А.с. СССР 1374305 А1, МПК Н01М 2/24, G01R 31/36, G01N 27/24. Способ контроля межэлементных соединений и полюсных выводов батарей аккумуляторов./ Чернов В.Г., Кукоз Ф.И., Посохов Н.П. Новочеркасский политехнический институт им. Серго Орджоникидзе. - № 4088413/24-07; заявл. 06.05.86; опубл. 15.02.1988, Бюл. №6.-4 с]. Фактично, в способі-прототипі за допомогою допоміжних електродів вимірюють електричний опір між сусідніми акумуляторами або електричний опір між крайнім в батареї акумулятором і полюсним виводом, оскільки, згідно з законом Ома для постійного струму, відношення падіння напруги до амплітуди струму є опір. А різниця величин різниць потенціалів, зміряних до і після включення струму, є падіння напруги між сусідніми акумуляторами або крайніми в батареї акумуляторами і полюсними виводами, оскільки до включення струму введені в батарею в сусідні акумулятори допоміжні електроди покажуть ЕДС між сусідніми акумуляторами або крайніми в батареї акумуляторами і полюсними виводами, а після включення струму допоміжні електроди покажуть суму ЕДС і падіння напруги між сусідніми акумуляторами або крайніми в батареї акумуляторами і полюсними виводами. При несправності міжелементних з'єднань або полюсних виводів домінуючий внесок в електричний опір між сусідніми акумуляторами або в електричний опір між крайнім в батареї акумулятором і полюсним виводом чинитиме електричний опір міжелементних з'єднань або полюсних виводів.

Вкажемо на недолік способу-прототипу. Основним недоліком є той, що в способі-прототипі не вказано точне значення контрольної величини, при якій потрібно вважати міжелементне з'єднання або полюсний вивід справним або, навпаки, несправним. Так, в прототипі порівнюють відносне відхилення електричного опору контрольованого міжелементного з'єднання (опору між сусідніми акумуляторами) від відповідної величини для справного міжелементного з'єднання. Судячи з опису прототипу, при відносному відхиленні опору в 5-20 % міжелементні з'єднання порохували справними, а при відносному відхиленні опору в 300-1000 % міжелементні з'єднання порохували несправними. Постає питання: а як бути, якщо відносне відхилення опору буде 20-300 %. Де точ-

ний критерій справності? В результаті виявляється, що при способі-прототипі контроль якості міжелементних з'єднань і полюсних виводів стає недостатнім. Крім того, з усього видно, для батарей різних електрохімічних систем (свинцево-кислотних, нікель-кадмієвих і ін.) потрібний свій критерій справності, оскільки міжелементні з'єднання і полюсні виводи в цих батареях виконані з різних матеріалів.

Тому нами вирішувалася задача підвищення достовірності способу контролю міжелементних з'єднань і полюсних виводів конкретно свинцево-кислотних акумуляторних батарей, що знизило б рекламу від споживачів за рахунок підвищення якості продукції.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі контролю міжелементних з'єднань і полюсних виводів свинцево-кислотних акумуляторних батарей, при якому в батарею в електроліт вводять допоміжні електроди, вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів і між полюсними виводами і відповідними допоміжними електродами акумуляторів, що мають полюсні виводи, потім через контрольовані з'єднання пропускають постійний струм, що задовольняє умовам неруйнующого контролю, і знов вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів і між полюсними виводами і відповідними допоміжними електродами акумуляторів, що мають полюсні виводи, далі визначають різницю величин різниць потенціалів, зміряних до і після включення струму, обчислюють відношення цих різниць величин різниць потенціалів до амплітуди постійного струму, що пропускається, і по обчисленому відношенню визначають справність міжелементних з'єднань і полюсних виводів, порівнюючи їх з відповідними значеннями для справних міжелементних з'єднань і полюсних виводів, згідно з винаходом, величину постійного струму  $I$ , А, вибирають в межах (4,5-7,5)  $C_{20}$ , де  $C_{20}$  - номінальна ємність батареї при 20-годинному режимі розряду, Агод., час пропускання струму  $t$  до моменту вимірювання різниці потенціалів розраховують по формулі:

$$t = 36 C_{20} / I \pm 1 (I)$$

де  $t$  - час пропускання струму через батарею, с;

$C_{20}$  - номінальна ємність батареї при 20-годинному режимі розряду, Агод.;

$I$  - постійний струм, А,

вважають, що контрольоване міжелементне з'єднання або полюсний вивід несправні, якщо обчислене відношення різниці величин різниць потенціалів, зміряних до і після включення струму, до амплітуди постійного струму, що пропускається, перевищує на 70 % і більше відповідну величину для справного міжелементного з'єднання або полюсного виводу, інакше контрольоване міжелементне з'єднання або полюсний вивід справні.

Розкриємо суть заявленого технічного рішення.

Процедуру вимірювання електричного опору між сусідніми акумуляторами або між крайнім в батареї акумулятором і полюсним виводом проводять так. У батарею в електроліт в акумулятори

вводять допоміжні електроди. Спочатку вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів або допоміжними електродами крайніх акумуляторів і полюсними выводами до включення струму. Потім включають постійний струм  $I$ , А, величиною  $(4,5-7,5) C_{20}$ . Через час  $t$ , с, після включення струму, обчислений згідно з формулою (1), знову вимірюють різницю потенціалів між допоміжними електродами сусідніх акумуляторів або допоміжними електродами крайніх акумуляторів і полюсними выводами. Після цього струм вимикають. Таким чином, час дії струму виявляється  $t$ , с. Це робиться з метою дати можливість контрольованому міжелементному з'єднанню або полюсному виводу зазнати певного нагріву від пропускання струму, щоб збільшений унаслідок нагріву електричний опір більш чітко і достовірно вказував на справність або несправність міжелементного з'єднання або полюсного виводу. З цієї ж мети постійний струм  $I$ , А, в нашому способі достатньо великий -  $(4,5-7,5) C_{20}$  (на відміну від прототипу, де для батарей 6СТ-55 узятий струм 165 А, тобто  $3C_{20}$ ), щоб міжелементне з'єднання зазнало певний нагрів.

Якщо постійний струм буде менше  $4,5C_{20}$ , то міжелементне з'єднання або полюсний вивід недостатньо прогріються, встигаючи віддавати тепло в навколишнє середовище. Якщо постійний струм буде більше  $7,5C_{20}$ , то буде порушено умову неруйнуючого контролю для свинцево-кислотних батарей. Якщо час дії постійного струму, після якого проводять вимірювання електричного опору (час прогрівання постійним струмом), буде менше, вказаного у формулі (1), то міжелементне з'єднання або полюсний вивід недостатньо прогріються. Якщо час дії постійного струму, після якого проводять вимірювання електричного опору, буде більше, вказаного у формулі (1), то невиправдано збільшиться тривалість процедури контролю і зменшиться продуктивність праці при виробництві акумуляторних батарей. В результаті певного прогрівання міжелементного з'єднання або полюсного виводу їх електричний опір зростає, але так, що це зростання незначне при справному міжелементному з'єднанні або полюсному виводі і складає до 30 %, і це зростання значне і складає 110 % і вище при несправному міжелементному з'єднанні або полюсному виводі. У проміжок 30-110 % практично не потрапляє жоден з досліджених нами випадків. Тому як критерій справності ми узяли середину проміжку 30-110 %, тобто величину 70 %.

Оскільки нам вдалося знайти умови підвищення достовірності способу контролю міжелементних з'єднань і полюсних виводів і визначити точний критерій справності, то одночасно з цим досягається зниження втрат від браку, бо не відбраковуються зайві батареї.

Всі чисельні параметри, вказані у формулі виводу, встановлені емпірично за наслідками багаторазових випробувань. Запропоноване технічне рішення може бути використане у виробництві свинцево-кислотних акумуляторних батарей.

Заявлений спосіб реалізують таким чином.

У батарею в кожен пар сусідніх акумуляторів в електроліт (або в крайній акумулятор в електро-

літ і до полюсного виводу) вводять допоміжні алюмінієві або свинцеві, або кадмієві електроди, і вимірюють падіння напруги (ЕДС) між сусідніми акумуляторами (або між крайнім акумулятором і полюсним виводом). Потім через батарею пропускають постійний струм  $I$ , А, рівний  $(4,5-7,5) C_{20}$ , де  $C_{20}$  - номінальна ємність батареї при 20-годинному режимі розряду, Агод., протягом часу  $t$ , с, обчисленому згідно з формулою (1). Після чого відразу вимірюють падіння напруги між парою сусідніх акумуляторів (або між крайнім акумулятором і полюсним виводом). Визначають різницю вказаних падінь напруги і обчислюють відношення цієї різниці до амплітуди постійного струму. Таким чином, фактично вимірюють електричний опір між сусідніми акумуляторами (або між крайніми акумуляторами і їх полюсними выводами). Дають батареї охолонути протягом 25-35 с, після чого в парі інших сусідніх акумуляторів знов вводять допоміжні електроди і повторюють вищеописані дії з пропусканням струму, вимірюванням і обчисленням, набуваючи значення електричного опору чергового міжелементного з'єднання. І так далі. Процедuru можна значно прискорити, якщо автоматизувати процес одночасного введення пар допоміжних електродів у всі сусідні акумулятори і автоматично проводити всі вимірювання і обчислення. Тоді не буде потрібний час для охолодження батареї після чергового вимірювання. Порівнюючи електричні опори з критерієм справності, допускають батарею до випуску або повністю бракують. Бракують, якщо у хоч би одного міжелементного з'єднання або полюсного виводу електричний опір перевищує електричний опір для справного міжелементного з'єднання або полюсного виводу на 70 % і більш. (Для цього заздалегідь встановлюють середнє значення електричного опору для справного міжелементного з'єднання і полюсного виводу у батарей того ж типоміналу і тієї ж конструкції, яке у свинцево-кислотних батарей порядку 0,1 МОм). Якщо ж у всіх міжелементних з'єднань і полюсних виводів електричний опір не перевищує вказаного вище критерію, то таку батарею допускають до випуску.

Приклад 1. Провели контроль якості міжелементних з'єднань і полюсних виводів свинцево-кислотних акумуляторних батарей 6СТ-55А3 з електролітом в кількості 1000 шт. Контроль провели згідно зі способом-прототипом при постійному струмі 165 А ( $3C_{20}$ ). У 3-х батареях по одному міжелементному з'єднанню показали надмірний на 350-450 % електричний опір, як це показано в таблиці 1, що може свідчити про їх несправність. Решта міжелементних з'єднань і полюсних виводів (у всіх 1000 батареях) показали відхилення електричного опору не більше 10 % (справні).

Потім на цих же батареях в кількості 1000 шт. провели контроль якості міжелементних з'єднань і полюсних виводів, згідно з заявленим способом, струмом 275 А ( $5C_{20}$ ). Струм пропускали 7 с ( $36 C_{20} / 5 C_{20} = 0,2$ ), після чого відразу робили відповідні виміри. У тих же самих 3-х батареях ті ж самі міжелементні з'єднання, які в способі-прототипі дали на 350-450 % надлишок опору, показали надмірний на 1200-1550 % електричний опір (див.

таблицю 1), що означає їх несправність, згідно зі встановленим нами критерієм. Решта міжелементних з'єднань і полюсних виводів (у всіх 1000 батарей) показали відхилення електричного опору не більше 15 % (справні).

Для уточнення діагностики проводили руйнуючий контроль якості зварювання шляхом механіч-

ного розлому міжелементних з'єднань. Руйнуючий контроль якості зварювання показав, що у несправних міжелементних з'єднань є дефекти зварювання у вигляді раковин і порожнеч в металі, розташованих по всій площі розлому міжелементного з'єднання, тоді як у справних з'єднань вибірковий контроль дефектів зварювання не виявив.

Таблиця 1

№ Батареї	№ міжелементного з'єднання	Відхилення електричного опору від значення для справного міжелементного з'єднання %		Характеристика міжелементного з'єднання	
		у способі-прототипі	у способі, що заявляється	у способі-прототипі	у способі, що заявляється
12	1	5	7	справне	справне
	2	8	10	справне	справне
	3	5	7	справне	справне
	4	350	1200	несправне	несправне
	5	10	15	справне	справне
	6	10	12	справне	справне
	7	5	5	справне	справне
399	1	7	7	справне	справне
	2	5	5	справне	справне
	3	450	1550	несправне	несправне
	4	5	7	справне	справне
	5	10	12	справне	справне
	6	5	7	справне	справне
	7	7	10	справне	справне
706	1	5	5	справне	справне
	2	390	1380	несправне	несправне
	3	10	15	справне	справне
	4	7	10	справне	справне
	5	5	7	справне	справне
	6	10	15	справне	справне
	7	10	12	справне	справне

\* Примітка до таблиці - під міжелементними з'єднаннями 1 і 7 вказані полюсні виводи.

З першого прикладу видно, що при використанні способу, що заявляється, електричний опір несправних міжелементних з'єднань істотно зростає в порівнянні із способом-прототипом. Це в цілому збільшує надійність діагностування. Але в першому прикладі ще не видно явних переваг способу, що заявляється. Це пов'язано з тим, що дефектні міжелементні з'єднання мали явно завищені електричні опори, відбракування

яких було очевидне і по способу-прототипу. У наступному прикладі ми покажемо випадок, коли спосіб-прототип дає ненадійні результати, тоді як спосіб, що заявляється, дає можливість точно провести відбракування.

Приклад 2. Провели контроль якості міжелементних з'єднань свинцево-кислотних акумуляторних батарей 6СТ-55А3 з електролітом в кількості 1000 шт. з іншої партії. Контроль провели згідно зі способом-прототипом при постійному струмі 165 А (3С<sub>20</sub>)- У 4-х батареях по одному міжелементному з'єднанню показали надмірний на 25-100 % електричний опір, як це показано в таблиці 2, що може як свідчити про їх справність, так і про несправ-

ність. Решта міжелементних з'єднань (у всіх 1000 батарей) показали відхилення електричного опору не більше 10 % (справні).

Потім на цих же батареях в кількості 1000 шт. провели контроль якості міжелементних з'єднань, згідно з заявленим способом струмом 275 А (5С<sub>го</sub>). Струм пропускали 7 с (36 С<sub>20</sub>/ 5 С<sub>20</sub> - 0,2), після чого відразу робили відповідні виміри. У тих же самих 4-х батареях ті ж самі міжелементні з'єднання, які в способі-прототипі дали на 25-100 % надлишок опору, також показали надмірний електричний опір (див. таблицю 2). Але, одне міжелементне з'єднання дало надлишок опору на 29 %, що означає його справність, а 3 - на 155-180 %, що означає їх несправність, згідно з нашим критерієм. Решта міжелементних з'єднань (у всіх 1000 батарей) показали відхилення електричного опору не більше 15 % (справні).

Руйнуючий контроль якості зварювання показав, що у справного з'єднання (батарея № 23, з'єднання № 5) дефекти зварювання відсутні, тоді як у несправних міжелементних з'єднань є дефект-

ти зварювання у вигляді порожнеч в металі, розташованих по краях розлому міжелементного з'єд-

нання. У решти всіх справних з'єднань вибірковий контроль дефектів зварювання не виявив.

Таблиця 2

№ Батарей	№ міжелементного з'єднання	Відхилення електричного опору від значення для справного міжелементного з'єднання %		Характеристика міжелементного з'єднання	
		у способі-прототипі	у способі, що заявляється	у способі-прототипі	у способі, що заявляється
23	1	5	5	справне	справне
	2	8	9	справне	справне
	3	5	7	справне	справне
	4	10	10	справне	справне
	5	25	29	?	справне
	6	5	7	справне	справне
	7	10	12	справне	справне
518	1	8	10	справне	справне
	2	100	180	?	несправне
	3	5	5	справне	справне
	4	5	7	справне	справне
	5	10	15	справне	справне
	6	5	5	справне	справне
	7	5	7	справне	справне
801	1	10	15	справне	справне
	2	90	155	?	несправне
	3	10	15	справне	справне
	4	5	7	справне	справне
	5	7	10	справне	справне
	6	5	5	справне	справне
	7	10	12	справне	справне
926	1	5	5	справне	справне
	2	0	0	справне	справне
	3	95	180	?	несправне
	4	10	15	справне	справне
	5	7	10	справне	справне
	6	5	7	справне	справне
	7	10	12	справне	справне

Другий приклад показує, що там, де спосіб-прототип дає ненадійні результати, через що стає невідомим, чи справне міжелементне з'єднання чи

ні, спосіб, що заявляється, дає цілком достовірні результати і дозволяє точно провести відбраковування.