

ИНТЕЛЕГЕНТНА СИСТЕМА ЗА ТЕСТВАНЕ И МОНИТОРИНГ НА ХИМИЧЕСКИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕНЕРГИЯ

Стоян Гишин, Георги Станчев, Николай Стоянов, Здравко Дойчев

Резюме Разработена е интелигентна система за автоматично тестване и мониторинг на динамичното състояние на акумулаторни батерии (АБ) от различни електрохимични системи и технологии на производство, които са в непрекъсната експлоатация над 10-15 години в енергетиката и други стратегически обекти.

Основните резултати от изследванията са създадените методи, апаратура, методики и софтуерни програми за автоматично измерване на електродвижещото напрежение, електрическият ток, напрежението и температурата при под заряд, заряд и разряд на АБ. Изчислява се вътрешното съпротивление при под заряд, заряд и разряд по време на експлоатация, което еднозначно показва и регистрира динамичното състояние на АБ, съгласно нормативните изисквания за надежна и безопасна работа на обектите.

Увод

Известни са методи за измерване и тестване на АБ, след принудително спиране от експлоатация, което не винаги е възможно и допустимо, провеждане на разряден режим на АБ и съответно анализ на получените резултати от специалист за състоянието и, съгласно нормативните изисквания на производителите и международните стандарти (1, 3 – 6).

Когато е невъзможно да бъде изключена АБ от експлоатация се измерва електрическото напрежение на всяка клетка при под заряд, изчислява се получената средна стойност на под зарядното напрежение на клетките.

Недостатъци на известните методи са голямото времетраене на провежданите измервания, спиране и изваждане от експлоатация на АБ, което е недопустимо и не винаги е възможно, което е свързано с изискванията за безопасност на обекти. Освен това, тези периодични измервания не може да се провеждат ежегодно, поради огромния брой на АБ, финансови и технически причини. Друг недостатък е, че не може да се прогнозира, кога ще се случи АБ да не отговарят на изискванията.

Недостатък на известните методи е, че не установяват действителното динамично състояние на АБ, което значително се влошава от продължителната експлоатация при под заряд (10, 15, 20 и 25 години), според технологията на производство и фирма производител, различни условия на експлоатация, различна температура по време на под заряд и околна температура, изменение на химическия състав на електролита, карбонизация на електролита, различните стойности на под зарядното електрическо напрежение, различни токозахранващи устройства за под заряд и други. Всичко това не гарантира безопасна работа на АБ като оперативно напрежение при възникнали аварийни разрядни режими за което са предназначени и съответно икономическите и техническите загуби са огромни.

Недостатък на известните методи и апаратура че не могат да изчисляват действителното активно вътрешно съпротивление на АБ и на всяка клетка или моноблок по време на експлоатация на под заряд или разряд при различни стойности на зарядния и разрядния ток.

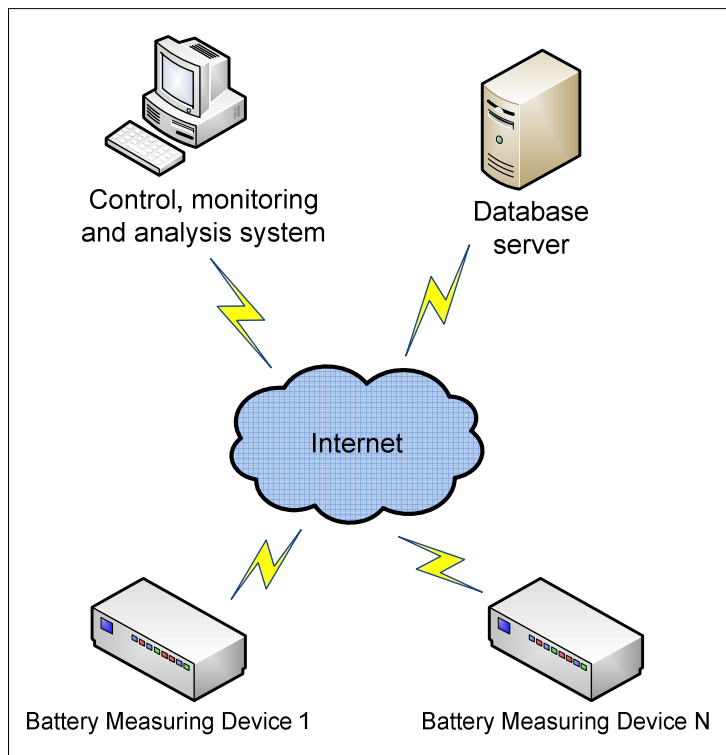
Друг основен недостатък е, че с известните методи се изпитват, измерват и тестват периодично, а повредата на АБ или на отделни клетки или моноблокове е непрогнозируемо.

Същинска част

Проблемът за автоматично тестване и мониторинг на динамичното състояние на акумулаторни батерии (АБ) от различни електрохимични системи и технологии на производство, които са в непрекъсната експлоатация над 10-15 години в енергетиката и други стратегически обекти, се решава с разработената интелигентна система за тестване и

мониторинг на химически източници на енергия, състояща се в автоматично и непрекъснато измерване и следене динамичното състояние с цел регистрация на основните електрически параметри, изчисляване на вътрешното съпротивление, което еднозначно показва състоянието им, съгласно нормативните изисквания.

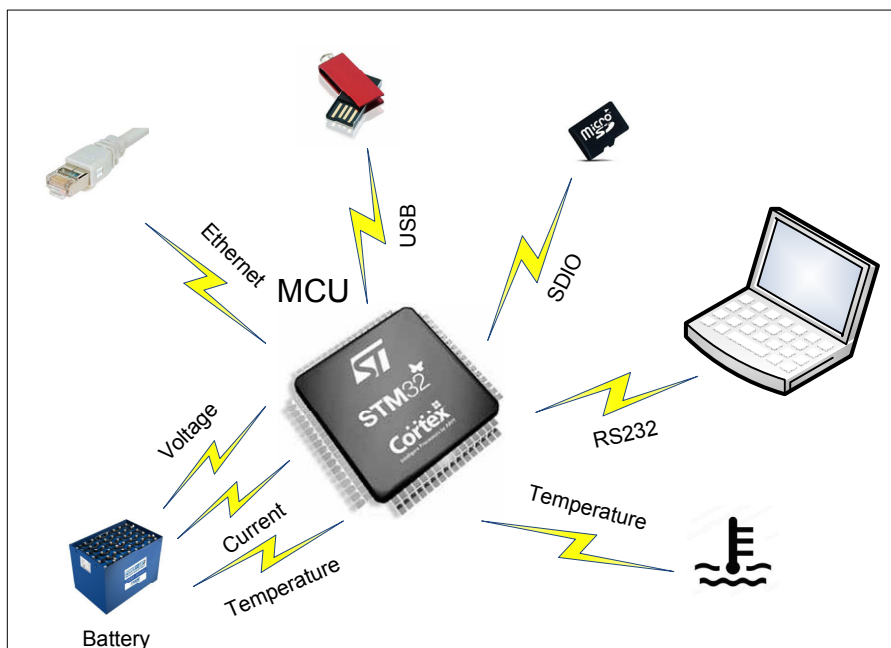
Блоквата схема на интелигентната система за телеметричен енергиен контрол на АБ е показана на фиг. 1.



фиг. 1

На фиг. 1 е показана блок схема на система за измерване параметри на акумулаторни батерии и тяхното предаване през глобалната мрежа. Вижда се, че измервателните устройства разполагат с възможност за достъп до Internet. През глобалната мрежа се извършва прочитане на измерените данни, които се съхраняват на специален сървър. Данните на сървъра може да се доставят отдалечено през Internet от потребители с разрешение за достъп до системата и записаните данни. Възможността за отдалечен достъп прави системата много гъвкава от към потребители и тяхното местоположение.

На фиг. 2 е показана блок схема на измервателното устройство, с неговите основни блокове.



фиг. 2

От фиг. 2 се вижда, че основният компонент е микроконтролерът. Вижда се, че той обединява всички функции извършвани от устройството. Обединяването им в един микроконтролер повишава надеждността и интегритета на системата, което води до намаляване на размерите на устройството, неговата себестойност и до бързо и лесно отстраняване на повреди. Устройството измерва три основни параметъра на акумулатора, а именно: напрежение на акумулатора, ток през акумулатора и неговата температура. На база посокота на тока респективно се извършва делене на параметрите на напрежение и ток на заряд/разряд. От измерените основни параметри може да се изчислят допълнителни величини характеризиращи акумулаторните батерии като отдадена/получена енергия, мощност, заряд/разряд на акумулатора и т. Н. Освен трите основни параметъра уредът измерва и температурата на околната среда. За лесна връзка с устройството, то е снабдено с няколко различни интерфейса в зависимост от конкретното приложение може да се използва един, или повече от тях. Основният е Ethernet и се използва за дистанционно прочитане на измерените данни чрез глобалната мрежа. Също така има USB порт, кото може да се използва за свързване на USB памет или за директна

връзка с компютър до вградената SD карта с памет в устройството.

Има и наличен RS232 порт за връзка с индустриален контролер или компютър.

По време на редовната експлоатация на батерията и непрекъснатото автоматично измерване на електрическия ток, електрическото напрежение и температурата на батерията и околната среда при под заряд или заряд, се изчислява непрекъснато активното вътрешно съпротивление при заряд (R_z), от микропроцесорната система (1- MCU) съгласно формула 1:

$$R_z = \frac{U_z - E}{I} \quad (1)$$

Където: U_z – измервано напрежение на под заряд или заряд
 I_z - измерван електрически ток на под заряд или заряд
 E – електродвижещо напрежение на батерията

По време на експлоатация, при непрекъснатото автоматично измерване на електрическия ток, електрическото напрежение и температурата на батерията и околната среда при разряд (когато батерията се включи принудително или по график на аварийен режим), се изчислява от микропроцесорната система (1- MCU) непрекъснато активното вътрешно съпротивление при разряд (R_p), съгласно следната формула 2:

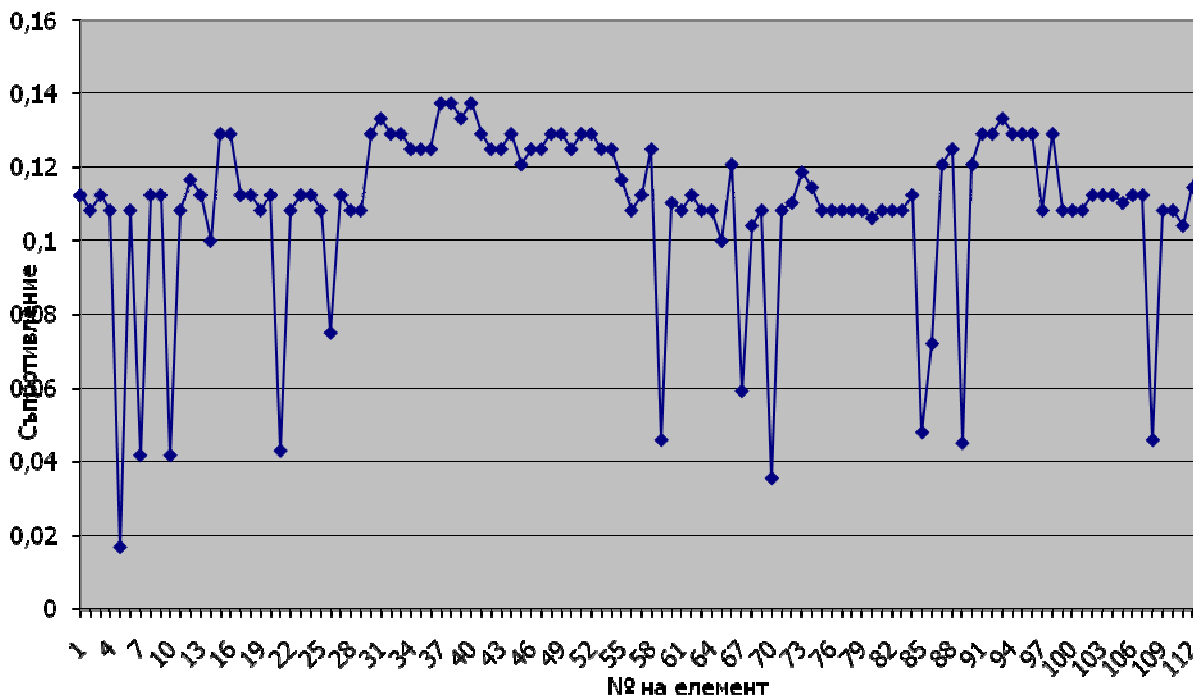
$$R_p = \frac{E - U_p}{I_p} \quad (2)$$

Където: E – електродвижещо напрежение на батерията
 U_p - измервано електрическо напрежение на разряд
 I_p – измерван електрически ток на разряд

Всички непрекъснато измервани данни за електрически ток и напрежение, температура на околната среда и АБ по време на редовна експлоатация при под заряд и разряд, изчисленото вътрешно съпротивление при под заряд и разряд, се регистрира и показва в табличен и графичен вид върху монитора на РС.

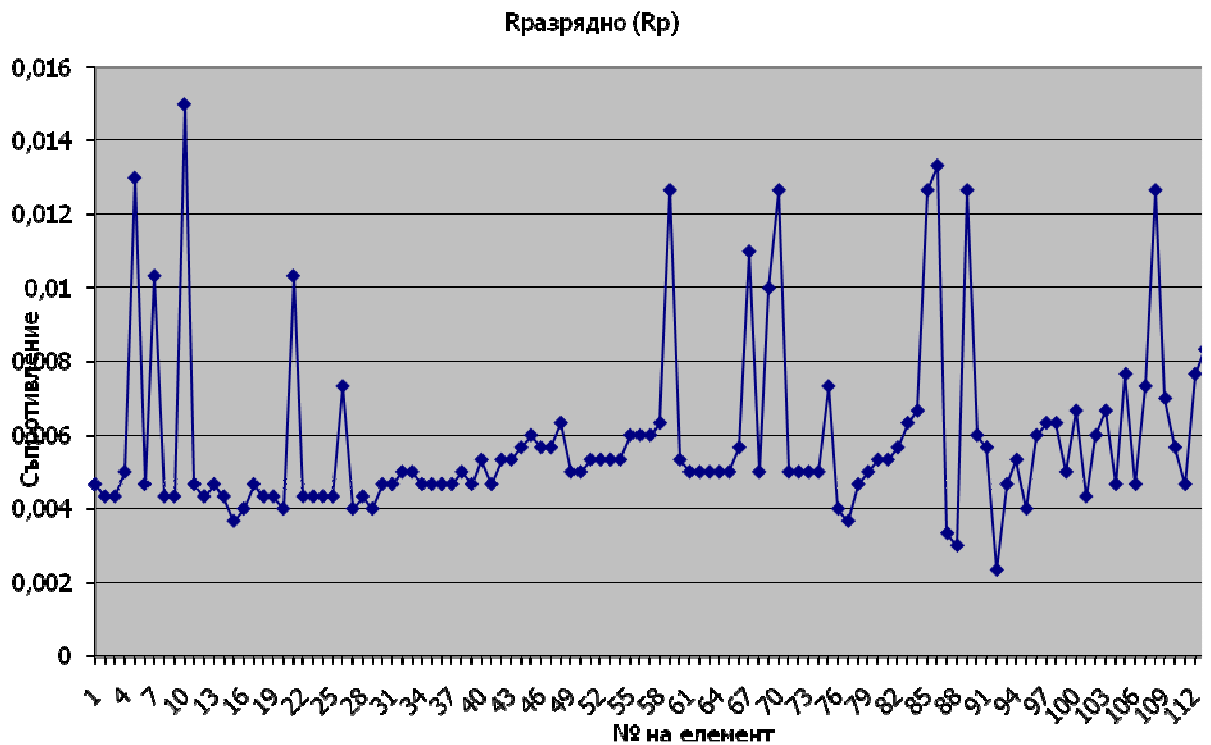
| № на элемент | Уз на элемент | ЕДН на элемент | Із | Рз (Уз-Е)/Із | № на элемент | Уз на элемент | ЕДН на элемент | Із | Рз (Уз-Е)/Із |
|--------------|---------------|----------------|-----|-----------------|--------------|---------------|----------------|-----|-----------------|
| | V | V | A | Ω | | V | V | A | Ω |
| 1 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 | 61 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 2 | 2,24 | 1,98 | 2,4 | 0,108333 | 62 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 |
| 3 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 63 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 4 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 64 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 5 | 2,03 | 1,99 | 2,4 | 0,016667 | 65 | 2,24 | 2 | 2,4 | 0,1 |
| 6 | 2,24 | 1,98 | 2,4 | 0,108333 | 66 | 2,25 | 1,96 | 2,4 | 0,120833 |
| 7 | 2,08 | 1,98 | 2,4 | 0,041667 | 67 | 2,102 | 1,96 | 2,4 | 0,059167 |
| 8 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 68 | 2,24 | 1,99 | 2,4 | 0,104167 |
| 9 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 69 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 10 | 2,09 | 1,99 | 2,4 | 0,041667 | 70 | 2,045 | 1,96 | 2,4 | 0,035417 |
| 11 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 71 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 12 | 2,26 | 1,98 | 2,4 | 0,116667 | 72 | 2,255 | 1,99 | 2,4 | 0,110417 |
| 13 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 | 73 | 2,255 | 1,97 | 2,4 | 0,11875 |
| 14 | 2,21 | 1,97 | 2,4 | 0,1 | 74 | 2,255 | 1,98 | 2,4 | 0,114583 |
| 15 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 | 75 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 16 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 | 76 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 17 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 77 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 18 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 78 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 19 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 79 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 20 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 80 | 2,245 | 1,99 | 2,4 | 0,10625 |
| 21 | 2,093 | 1,99 | 2,4 | 0,042917 | 81 | 2,24 | 1,98 | 2,4 | 0,108333 |
| 22 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 82 | 2,24 | 1,98 | 2,4 | 0,108333 |
| 23 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 83 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 24 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 84 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 |
| 25 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 85 | 2,105 | 1,99 | 2,4 | 0,047917 |
| 26 | 2,17 | 1,99 | 2,4 | 0,075 | 86 | 2,133 | 1,96 | 2,4 | 0,072083 |
| 27 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 | 87 | 2,25 | 1,96 | 2,4 | 0,120833 |
| 28 | 2,26 | 2 | 2,4 | 0,108333 | 88 | 2,24 | 1,94 | 2,4 | 0,125 |
| 29 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 89 | 2,058 | 1,95 | 2,4 | 0,045 |
| 30 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 | 90 | 2,24 | 1,95 | 2,4 | 0,120833 |
| 31 | 2,26 | 1,94 | 2,4 | 0,133333 | 91 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 |
| 32 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 | 92 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 |
| 33 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 | 93 | 2,26 | 1,94 | 2,4 | 0,133333 |
| 34 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 | 94 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 |
| 35 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 | 95 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 |
| 36 | 2,25 | 1,95 | 2,4 | 0,125 | 96 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 |
| 37 | 2,26 | 1,93 | 2,4 | 0,1375 | 97 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 38 | 2,26 | 1,93 | 2,4 | 0,1375 | 98 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 |
| 39 | 2,26 | 1,94 | 2,4 | 0,133333 | 99 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 40 | 2,26 | 1,93 | 2,4 | 0,1375 | 100 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 41 | 2,26 | 1,95 | 2,4 | 0,129167 | 101 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 42 | 2,25 | 1,95 | 2,4 | 0,125 | 102 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 |
| 43 | 2,25 | 1,95 | 2,4 | 0,125 | 103 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 |
| 44 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 | 104 | 2,25 | 1,98 | 2,4 | 0,1125 |
| 45 | 2,24 | 1,95 | 2,4 | 0,120833 | 105 | 2,245 | 1,98 | 2,4 | 0,110417 |
| 46 | 2,25 | 1,95 | 2,4 | 0,125 | 106 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 |
| 47 | 2,25 | 1,95 | 2,4 | 0,125 | 107 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 |
| 48 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 | 108 | 2,1 | 1,99 | 2,4 | 0,045833 |
| 49 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 | 109 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 50 | 2,24 | 1,94 | 2,4 | 0,125 | 110 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 |
| 51 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 | 111 | 2,25 | 2 | 2,4 | 0,104167 |
| 52 | 2,25 | 1,94 | 2,4 | 0,129167 | 112 | 2,255 | 1,98 | 2,4 | 0,114583 |
| 53 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 | 113 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 |
| 54 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 | 114 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 |
| 55 | 2,26 | 1,98 | 2,4 | 0,116667 | 115 | | | | |
| 56 | 2,25 | 1,99 | 2,4 | 0,108333 | 116 | | | | |
| 57 | 2,26 | 1,99 | 2,4 | 0,1125 | 117 | | | | |
| 58 | 2,26 | 1,96 | 2,4 | 0,125 | 118 | | | | |
| 59 | 2,1 | 1,99 | 2,4 | 0,045833 | 119 | | | | |
| 60 | 2,255 | 1,99 | 2,4 | 0,110417 | 120 | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|



| № на элемент | ЕДН на элемент | Ur на элемент | Ip | Rp (E-Ur)/Ip | № на элемент | ЕДН на элемент | Ur на элемент | Ip | Rp (E-Ur)/Ip |
|--------------|----------------|---------------|----|--------------|--------------|----------------|---------------|----|--------------|
| | V | V | A | Ω | | V | V | A | Ω |
| 1 | 2 | 1,82 | 30 | 0,006 | 61 | 1,99 | 1,82 | 30 | 0,005667 |
| 2 | 1,99 | 1,82 | 30 | 0,005667 | 62 | 1,99 | 1,83 | 30 | 0,005333 |
| 3 | 2 | 1,83 | 30 | 0,005667 | 63 | 1,99 | 1,83 | 30 | 0,005333 |
| 4 | 2 | 1,84 | 30 | 0,005333 | 64 | 1,99 | 1,83 | 30 | 0,005333 |
| 5 | 1,99 | 1,81 | 30 | 0,006 | 65 | 1,95 | 1,8 | 30 | 0,005 |
| 6 | 1,94 | 1,8 | 30 | 0,004667 | 66 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 |
| 7 | 1,94 | 1,79 | 30 | 0,005 | 67 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 |
| 8 | 2 | 1,84 | 30 | 0,005333 | 68 | 1,95 | 1,78 | 30 | 0,005667 |
| 9 | 2 | 1,84 | 30 | 0,005333 | 69 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 |
| 10 | 1,98 | 1,81 | 30 | 0,005667 | 70 | 1,98 | 1,83 | 30 | 0,005 |
| 11 | 1,99 | 1,61 | 30 | 0,012667 | 71 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 |
| 12 | 2 | 1,6 | 30 | 0,013333 | 72 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 |
| 13 | 2 | 1,85 | 30 | 0,005 | 73 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 |
| 14 | 1,99 | 1,54 | 30 | 0,015 | 74 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 |
| 15 | 2 | 1,85 | 30 | 0,005 | 75 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 |
| 16 | 1,98 | 1,81 | 30 | 0,005667 | 76 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 |
| 17 | 1,95 | 1,8 | 30 | 0,005 | 77 | 2 | 1,66 | 30 | 0,011333 |
| 18 | 1,95 | 1,79 | 30 | 0,005333 | 78 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 |
| 19 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 | 79 | 1,99 | 1,87 | 30 | 0,004 |
| 20 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 | 80 | 2 | 1,88 | 30 | 0,004 |
| 21 | 1,99 | 1,47 | 30 | 0,017333 | 81 | 2 | 1,49 | 30 | 0,017 |
| 22 | 2 | 1,52 | 30 | 0,016 | 82 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 |
| 23 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 | 83 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 |

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|----|----------|-----|------|------|----|----------|
| 24 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 | 84 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 |
| 25 | 1,95 | 1,53 | 30 | 0,014 | 85 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 |
| 26 | 1,95 | 1,49 | 30 | 0,015333 | 86 | 1,97 | 1,8 | 30 | 0,005667 |
| 27 | 1,95 | 1,79 | 30 | 0,005333 | 87 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 |
| 28 | 1,95 | 1,79 | 30 | 0,005333 | 88 | 1,96 | 1,81 | 30 | 0,005 |
| 29 | 1,95 | 1,79 | 30 | 0,005333 | 89 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 |
| 30 | 1,93 | 1,75 | 30 | 0,006 | 90 | 1,99 | 1,82 | 30 | 0,005667 |
| 31 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 | 91 | 1,94 | 1,79 | 30 | 0,005 |
| 32 | 1,95 | 1,79 | 30 | 0,005333 | 92 | 1,94 | 1,79 | 30 | 0,005 |
| 33 | 1,96 | 1,79 | 30 | 0,005667 | 93 | 1,96 | 1,8 | 30 | 0,005333 |
| 34 | 1,94 | 1,77 | 30 | 0,005667 | 94 | 1,95 | 1,77 | 30 | 0,006 |
| 35 | 1,94 | 1,77 | 30 | 0,005667 | 95 | 1,98 | 1,81 | 30 | 0,005667 |
| 36 | 1,96 | 1,78 | 30 | 0,006 | 96 | 1,99 | 1,81 | 30 | 0,006 |
| 37 | 1,99 | 1,73 | 30 | 0,008667 | 97 | 1,95 | 1,8 | 30 | 0,005 |
| 38 | 1,99 | 1,79 | 30 | 0,006667 | 98 | 1,99 | 1,82 | 30 | 0,005667 |
| 39 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 | 99 | 1,99 | 1,83 | 30 | 0,005333 |
| 40 | 1,98 | 1,84 | 30 | 0,004667 | 100 | 1,99 | 1,76 | 30 | 0,007667 |
| 41 | 1,99 | 1,84 | 30 | 0,005 | 101 | 1,99 | 1,8 | 30 | 0,006333 |
| 42 | 1,99 | 1,55 | 30 | 0,014667 | 102 | 1,99 | 1,81 | 30 | 0,006 |
| 43 | 2 | 1,85 | 30 | 0,005 | 103 | 1,98 | 1,77 | 30 | 0,007 |
| 44 | 2 | 1,82 | 30 | 0,006 | 104 | 1,99 | 1,76 | 30 | 0,007667 |
| 45 | 1,94 | 1,79 | 30 | 0,005 | 105 | 1,95 | 1,74 | 30 | 0,007 |
| 46 | 1,95 | 1,79 | 30 | 0,005333 | 106 | 1,96 | 1,79 | 30 | 0,005667 |
| 47 | 1,95 | 1,8 | 30 | 0,005 | 107 | 1,96 | 1,82 | 30 | 0,004667 |
| 48 | 1,93 | 1,78 | 30 | 0,005 | 108 | 1,93 | 1,8 | 30 | 0,004333 |
| 49 | 1,95 | 1,77 | 30 | 0,006 | 109 | 1,94 | 1,77 | 30 | 0,005667 |
| 50 | 1,94 | 1,77 | 30 | 0,005667 | 110 | 1,92 | 1,83 | 30 | 0,003 |
| 51 | 1,96 | 1,79 | 30 | 0,005667 | 111 | 1,94 | 1,81 | 30 | 0,004333 |
| 52 | 1,94 | 1,77 | 30 | 0,005667 | 112 | 1,99 | 1,81 | 30 | 0,006 |
| 53 | 1,95 | 1,78 | 30 | 0,005667 | 113 | 2 | 1,82 | 30 | 0,006 |
| 54 | 1,96 | 1,79 | 30 | 0,005667 | 114 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 |
| 55 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 | 115 | | | | |
| 56 | 1,94 | 1,77 | 30 | 0,005667 | 116 | | | | |
| 57 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 | 117 | | | | |
| 58 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 | 118 | | | | |
| 59 | 2 | 1,86 | 30 | 0,004667 | 119 | | | | |
| 60 | 2 | 1,87 | 30 | 0,004333 | 120 | | | | |



При установяване на значимо отклонение на основни електрически параметри на АБ, съгласно изискванията на Наредба 3 и вътрешно съпротивление, което показва влошено състояние на акумулаторните батерии, микропроцесорната система показва аварийна информация върху монитора на Рс.

При установяване на значимо отклонение на измерените електрически параметри, изчисленото активно вътрешно съпротивление, което показва че е влошено експлоатационно състояние на АБ, не отговаря на нормативните изисквания за надеждна и безопасна работа, чрез допълнително измерване на конкретната батерия на място по време на експлоатация се изчислява и показва в табличен и графичен вид състоянието на вътрешно съпротивление на всяка клетка и се установява неотговарящите клетки, които веднага може да бъдат заменени.

Предимствата на метода и апаратурата са непрекъснато следене и регистрация на номиналните и експлоатационни характеристики на различни АБ за автономно постоянно токово независимо електрозахранване за собствени нужди, съгласно нормативните изисквания на Наредба 3, БДС, Европейски норми и други.

Предимство на метода е, че след установяване на влошени експлоатационни електрически характеристики на АБ, до 24 часа може да бъдат установени и заменени неотговарящите клетки, което автоматично гарантира надеждна и безопасна работа на обекта.

Методът се илюстрира с приложените таблици и графики, представляваща времедиаграма на измерените параметри и стойностите на електрическото напрежение при под заряд и разряд, електрически ток при под заряд и разряд и изчисленото активното вътрешно съпротивление на клетките и АБ.

От реализацията на метода се вижда, че електрическото напрежение при под заряд, разряд и активното вътрешно съпротивление на клетките и батериите се влияе не само от параметрите на електролита, температура, тип и технология на производство на акумулаторните батерии, номинални данни на батериите, експлоатационен срок, но и от

стойностите на под зарядния и разрядния ток, което предлаганият метод отчита, анализира и показва действителното им състояние.

Заключение

Разработен е оригинален метод за непрекъснато автоматично измерване, контрол и регистрация на динамичното състояние на химически източници на енергия по време на продължителната им непрекъсната експлоатация за осигуряване на оперативно напрежение на стратегически обекти .

Литература

1. Гишин С.С., Електрохимични процеси с импулсен ток с компютърно управление, Издателство на ТУ-София, 2012, София.
- 2 . БДС EN 60896-1
- 3 . Наредба 3 от 09.06.2004 г., „За устройството на електрическите уредби и електропроводните линии”, АВС Техника, София, 2004 г.
4. www.hoppecke.com

Стоян Стоицов Гишин, д-р, ст. н. с. по Електротехнология
Технически университет-София
Телефон/факс 02 965 31 67, GSM 0888 45 70 22, e-mail: gishin@tu-sofia.bg

Настоящият доклад е разработен във връзка с изпълнението на договор № ДТК 02 / 04 с фонд „Научни изследвания” на МОМН. Авторите изказват благодарност за финансовото съдействие за разработване на интердисциплинарните проблеми.