

Винахід відноситься до області електровимірювальної техніки і призначений для виміру залишкової електричної ємності ХДС як у стаціонарних, так і в польових умовах.

Відомий пристрій для визначення залишкової ємності кислотної свинцевої акумуляторної батареї (АКБ) (а.с. N 1619360, Н01М10/48, БИ N 1, 1991р.), де АКБ підключають до тестового навантаження і, вимірюючи напругу на АКБ до підключення навантаження  $E$  і с її  $U_n$ , обчислюють коефіцієнт ступеня розряженості  $k$  по наступній формулі:

$$k = (E_{\max} - E) / (U_n - U_{\min}), \quad (1)$$

де  $E_{\max}$  - максимальне ЕДС АКБ,

$U_{\min}$  - мінімально допустиме напруження на АКБ при розряді.

Потім, по визначеній раннє залежності

$$Q_{\text{ост}} = t(k) \quad (2)$$

визначають залишкову ємність АКБ.

Відомий пристрій має недоліки. По-перше, тут вимагаються великі енергетичні витрати, тому що АКБ навантажуються на дуже малий навантажувальний (тестовий) опір, тобто, якщо АКБ буде частково розряджена, то після такої перевірки можливий повний розряд, що є неприпустимим для АКБ, тому що після такої процедури вони не підлягають відновленню. По-друге, навантажувальний опір потрібно включати на дуже малий час, тому що, інакше, відбудеться розряд АКБ і можливий вихід з ладу навантажувального(тестового) опору через перегрів. По-третє, у розрахунковій формулі (і) значення  $E_{\max}$  і  $U_{\min}$  мають визначені зони допусків і тому розрахунки по формулах 1 і 2 викликають деяку невизначеність. І, по-четверте, як відомо [1], внутрішній опір АКБ має складний характер і величина його і, відповідно, внутрішнє падіння напруги на АКБ будуть знаходитися в залежності від навантаження. Тому величина  $U_n$  також буде мати невизначене значення.

Найбільш близьким по технічній сутності до пропонованого винаходу є спосіб виміру електричної ємності хімічних джерел струму (ХДС), описаний у патенті Росії №2172044(БИ №24 2001р.). У відомому способі шляхом виміру напруги на джерелі, розряду його на конденсаторне навантаження, у процесі розряду вимірюваного джерела на конденсаторне навантаження вимірюють час заряду конденсатора і розраховують електричну ємність вимірюваного хімічного джерела струму по формулі:

$$Q_{\text{эл}} = C \cdot U / (2t_{\text{зар}} \cdot k), \quad (3)$$

де,

$Q_{\text{эл}}$  - електрична ємність вимірюваного джерела струму, А\* год;

$C$  - ємність конденсатора, що заряджається, Ф;

$U$  - напруга на вимірюваному джерелі струму, В;

$t_{\text{зар}}$  - час заряду конденсатора від вимірюваного джерела, с;

$k$  - коефіцієнт, що враховує конструктивні і технологічні особливості вимірюваного хімічного джерела струму.

Однак, зазначений спосіб виміру електричної ємності ХДС має недолік, що полягає в тім, що, в остаточному підсумку, необхідно робити розрахунки по відомій формулі (3), що значно збільшує час виміру і робить процес виміру не оперативним. Крім того, необхідно проводити попередній вимір напруги на ХДС, а також налаштовувати таймер чи запам'ятовуючий осциллограф, застосовані як запам'ятовуючий та індикаторний пристрої. Задачею пропонованого винаходу є скорочення часу виміру і спрощення налаштування і процесу виміру електричної ємності ХДС.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрої, реалізованому по алгоритму, наданому формулою (3) і вміщуючому вимірюване хімічне джерело струму (ХДС) 1, один полюс якого (мінус) з'єднаний із загальною шиною пристрою, ключ 2 на замикання ланцюга, ключ 3 на розмикання ланцюга, причому ключі 2 і 3 працюють синхронно, входи яких з'єднані з другим полюсом (позитивним) вимірюваного ХДС, конденсатор 4 відомої ємності, одна пластина якого з'єднана з загальною шиною, а друга - з виходом ключа 2, введені ключ на замикання 5, що працює синхронно з ключами 2 і 3, вхід якого з'єднаний із входами ключів 2 і 3, перший піковий детектор 6, вхід якого з'єднаний з виходом ключа 5, подільник 7 напруги з коефіцієнтом розподілу  $k_7=0,95$  і подільник 8 з коефіцієнтом розподілу  $k_8=0,5$ , входи яких з'єднані з виходом першого пікового детектора 6, компаратор 9, входи якого з'єднані, відповідно, через узгоджуючі каскади 10 і 11 каскади з виходом ключа 2 і подільників 7, чекальний генератор пилоподібної лінійно-наростаючої напруги (ГПН) 12, вхід якого з'єднаний з виходом ключа 3, ключ на розмикання 13, вхід якого з'єднаний з виходом ГПН 12, а керуючий вхід - з виходом компаратора 9, другий піковий детектор 14, вхід якого з'єднаний з виходом ключа 3, підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення 15, вхід якого з'єднаний з виходом подільника 8, аналоговий подільник напруг 16, входи якого з'єднані, відповідно, з виходами другого пікового детектора 14 і підсилювача 15, перемикач 17, індикатор 18, причому перший контакт перемикача з'єднаний з виходом аналогового подільника 16, другий контакт - з виходом першого пікового детектора 6, а третій - із виходом індикатора 18, формувач сигналу скидання 19, ключ 20 і ключ скидання 21 конденсатора 4, причому вхід формувача 19 з'єднаний з виходом ключа 20, вхід якого з'єднаний із загальною шиною пристрою, вихід формувача 19 з'єднаний із входами скидання першого пікового детектора 6, другого пікового детектора 14, індикатора 18 і ключа 21, вхід якого з'єднаний із загальною шиною пристрою, а вихід - з виходом ключа 2, конденсатор 22, виводи якого з'єднані паралельно з контактами ключа 3, резистор 23, один вивід якого з'єднаний з вихідним контактом ключа 3, а другий вивід - із загальною шиною пристрою.

На фіг. зображена електрична схема для виміру електричної ємності хімічного джерела струму.

Схема включає вимірюване джерело струму 1, ключ 2 на замикання ланцюга, ключ 3 на розмикання ланцюга, ключ 5 на замикання, конденсатор 4 відомої ємності, перший піковий детектор 6, дільник 7 напруги з коефіцієнтом розподілу  $k_7=0.95$ , подільник 8 напруги з коефіцієнтом розподілу  $k_8=0.5$ , компаратор 9 з узгоджувачами каскадами 10 і 11 на входах, очікуючий генератор пилоподібної лінійно-наростаючої напруги (ГПН) 12 у режимі, ключ на розмикання 13, другий піковий детектор 14, підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення 15, аналоговий дільник напруг 16, перемикач 17 виду вимірів, індикатор 18, формувач

сигналу скидання 19, ключі скидання 20 і 21, конденсатор 22 і резистор 23. Причому, опір з'єднувальних проводів, ключа 2 у замкненому стані і струмознімачів повинний бути мінімально можливим (приблизно, на порядок менше внутрішнього опору вимірюваного джерела струму).

Запропонований пристрій працює в такий спосіб. При приєднанні вимірюваного ХДС 1 до пристрою, через ключ 5 напруга ХДС фіксується на виході пікового детектора (ПД) 6, що подається на входи подільників напруги 7 і 8, що мають коефіцієнти передачі, відповідно,  $k_7=0,95$  і  $k_8=0,5$ . Інакше, на виході дільника 8 напруга буде мати вид:

$$U_8 = U_{\text{ХДС}} / 2 \quad (4)$$

Напруга з виходу подільника 7, як напруга опори, подається на другий вхід компаратора 9. Ключі 2, 3 і 5 працюють синхронно. При замиканні ключа 2 заряджається конденсатор 4 відомої ємності і розмикається ключ 3, при цьому на його виході, негативний перепад напруги, що виникає запускає ГПН 12 і лінійно-наростаюча напруга подається на вхід другого пікового детектора 14 через замкнуті контакти ключа 13. При досягненні на конденсаторі 4 напруги рівної рівню  $0,95E_{\text{ХДС}}$ , на виході компаратора 9, перший вхід якого з'єднаний через узгоджуючий 10 із пластиною конденсатора 4, виникає позитивний перепад напруги, що закриває ключ 13. Постійна запам'ятовувана напруга на виході другого ПД 14 буде пропорційно часу заряду конденсатора 4 до необхідного рівня  $E_{\text{ХДС}}$  (у даному випадку  $0,95$ ). Інакше, ГПН, ключ 13, ПД 14 є елементами перетворювача час-напруга з коефіцієнтом перетворення, наприклад,  $1\text{ мВ/мкс}$ . Напруга з виходу ПД 14 подається на другий вхід аналогового подільника напруги 16. Напруга з виходу дільника 8 подається на вхід підсилювача 15. Коефіцієнт підсилення підсилювача 15 розраховується по наступній формулі:

$$K_{16} = C/k, \quad (5)$$

де  $C$  - чисельне значення електричної ємності конденсатора  $4\text{ мФ}$ ;

$k$ -коефіцієнт, що враховує конструктивні і технологічні особливості вимірюваного хімічного джерела струму.

Наприклад, якщо  $C_4=5000\text{ мФ}$ , а вимірюваний ХДС є кислотним чи лужним негерметичним акумулятором,  $k=2$  і  $K_{16}=2,5$ .

Таким чином, на виході підсилювача 16 напруга буде мати вид:

$$U_{16} = U_{\text{ХДС}} \cdot C / (2 \cdot k) \quad (6)$$

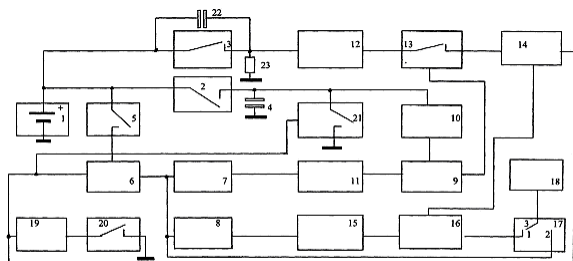
Напруга з виходу підсилювача 15 подається на перший вхід аналогового дільника 16, на виході якого буде напруга:

$$U_{16} = U_{\text{ХДС}} \cdot C / (2 \cdot k \cdot U_{\text{ПД14}}), \quad (7)$$

де  $U_{\text{ПД14}}$  - напруга на виході другого ПД, пропорційне  $t_{\text{зар}}$  і при зазначеному вище коефіцієнті перетворення  $1\text{ мВ/мкс}$  буде складати, наприклад, для  $t_{\text{зар}}=280\text{ мкс}$ ,  $U_{\text{ПД14}}=280\text{ мВ}$ , що через контакти перемикача 17 подається на вхід індикатора 18, що через перемикач 17 підключається також до виходу першого ПД 6 для індикації напруги на вимірюваному ХДС.

При замиканні контактів перемикача 20 на виході формувача 19 сигналу скидання формується сигнал який обнулює перший ПД 6, другий ПД 14, через ключ 21 конденсатор 4 і показання індикатора 18.

Конденсатор 22 і резистор 23 формують стійкий імпульс запуску ключа 12.



Фиг.