

## ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Д. ф.-м. н. С. В. Плаксин, Н. Е. Житник, Р. Ю. Левченко, С. Я. Остаповская

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины  
Украина, г. Днепр  
levchenko.ruslana@westa-inter.com

*Для контроля работоспособности электрохимических накопителей энергии предлагается использовать импульсный метод. Критерием работоспособности служит фактическая емкость накопителя, текущее значение которой определяется из параметров сигнала отклика накопителя на тестовый импульс тока. Возможность практического применения метода подтверждена экспериментально.*

*Ключевые слова: импульсный метод контроля, сигнал отклика, фактическая емкость, работоспособность.*

Основным критерием работоспособности накопителя в динамическом режиме является его фактическая емкость. В настоящее время для контроля накопителей находят применение импульсные методы с достаточно сложной процедурой определения параметров. Например, предлагаемый авторами [1] импульсный метод диагностики доступной емкости аккумуляторов из-за громоздких вычислений параметров малоприменим для практического применения. Поэтому задача разработки простых в реализации методов оперативного контроля работоспособности накопителей является актуальной.

Целью данной работы является обоснование возможности применения импульсного гальваностатического метода для контроля работоспособности электрохимических накопителей энергии в динамических режимах работы.

Динамический режим работы накопителя предполагает подключение к нему прерывистой или нарастающей нагрузки с потреблением большой силы тока. В [2] показано, что одной из причин уменьшения отдаваемой аккумулятором емкости при увеличении тока разряда является уменьшение глубины проникновения электрохимического процесса вглубь пористого электрода, вызванного концентрационным (или поляризационным) сопротивлением в порах электродов. То есть при увеличении тока нагрузки электрохимический процесс разряда все более и более сосредоточивается в поверхностных слоях электрода. При этом отдаваемая аккумулятором емкость уменьшается до допустимого значения, которым, в свою очередь, определяется критический ток разряда конкретного накопителя энергии.

Известно [3, с. 310], что между глубиной распространения плотности тока по толщине пористого электрода и формой сигнала отклика (СО), описываемой функциональной зависимостью  $U_{II} = f(t)$ , существует связь, качественная иллюстрация которой приведена на рис. 1.

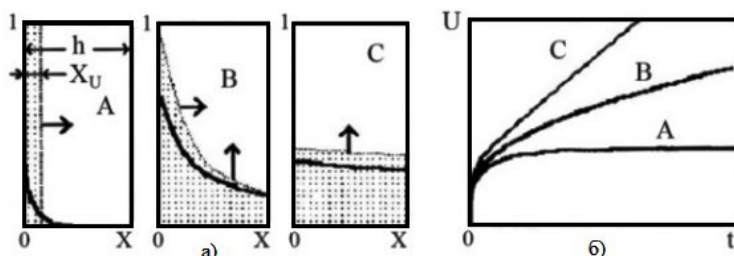


Рис. 1. Распределение плотности тока по толщине пористого электрода в различных условиях поляризации (а) и соответствующие им графики функциональной зависимости напряжения поляризации от времени (б)

На рисунке режим А соответствует поляризации относительно «толстого» слоя электродов с низким поляризационным сопротивлением на поверхности частиц активных масс и, соответственно, малой эффективной глубиной распространения процесса при большой силе разрядного тока. Режим С — поляризации «тонкого» слоя электрода с высоким поверхностным поляризационным сопротивлением частиц активных масс электродов и, соответственно, большой эффективной глубиной проникновения процесса при малой силе тока разряда. Режим В — промежуточный.

Описанная связь позволяет получить необходимую информацию для контроля работоспособности накопителя путем анализа его СО на тестовый импульс тока, периодически подаваемый на накопитель в процессе работы на нагрузку. Типичная форма СО накопителя (рис. 2) отображает стадии электрохимического процесса и содержит информацию о текущих значениях напряжений на стадии поляризации II и на стадии деполяризации IV, а также о текущих значениях величины площади  $S$ , пропорциональной величине запасенной в накопителе энергии, а следовательно, и величине его фактической емкости.

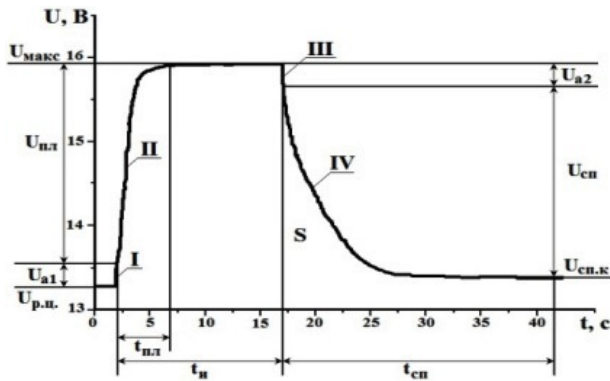


Рис. 2. Форма СО накопителя на импульс тока

Анализ формы СО разработанным авторами [4] методом позволяет получить значения необходимых параметров для оперативного контроля работоспособности накопителя.

В качестве примера на рис. 3 приведены СО накопителя в начале разряда, промежуточный и в конце разряда при достижении величины тока разряда критического значения. На рисунке отмечены площади  $S$  под кривой деполяризации.

В качестве примера на рис. 3 приведены СО накопителя в начале разряда, промежуточный и в конце разряда при достижении величины тока разряда критического значения. На рисунке отмечены площади  $S$  под кривой деполяризации.

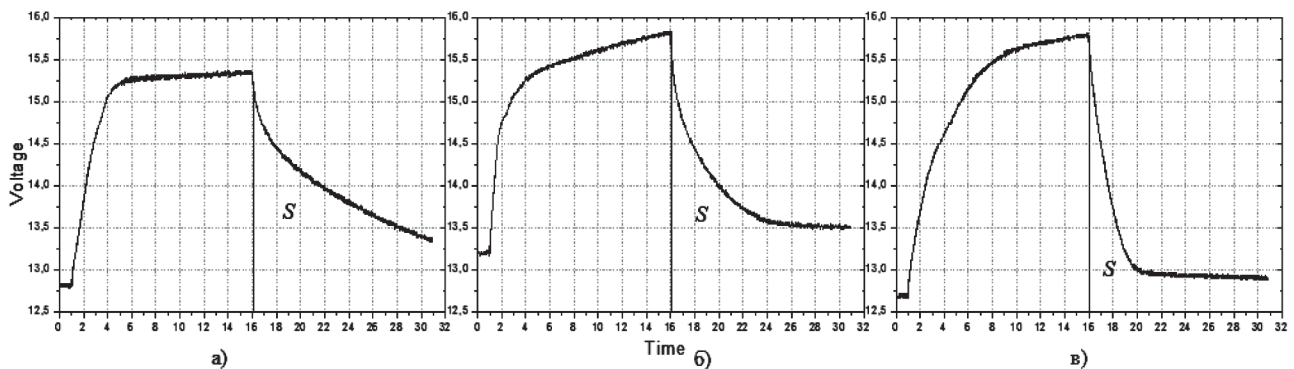


Рис. 3. Динамика формы СО накопителя в процессе работы на нагрузку:  
а — в начале разряда; б — промежуточный; в — в конце разряда

По достижении допустимой величины разрядной емкости, соответствующей конечной величине площади  $S$ , определяют критический ток разряда накопителя.

Таким образом, экспериментально подтверждена применимость на практике предлагаемого метода для контроля работоспособности электрохимического накопителя энергии.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Алёшкин А. А., Бубнов Ю. И., Протопопов В. Х., Ягнятинский В. М. Метод оперативной диагностики доступной емкости свинцовых аккумуляторов (батарей). *Электрохимическая энергетика*, 2013, т. 13, №1, с. 46–53.
2. Галушкин Н. Е., Язвинская Н. Н., Галушкин Д. Н., Галушкина И. А. Компьютерная оценка остаточной ёмкости в аккумуляторах. *Известия вузов: Северо-кавказский регион*, 2014, №4, с. 42–45.
3. Кошель М. Д. *Теоретичні основи електрохімічної енергетики*. Дніпропетровськ, УДХТУ, 2002.
4. Дзензерський В. А., Беда М. А., Житник Н. Е., Плаксин С. В. Автоматизированная диагностика химических источников тока. *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*, 2011, №1–2, с. 6–9.

S. V. Plaksin, M. Ya. Zhitnik, R.Yu. Levchenko, S. Ya. Ostapovska

#### The rationale for using the pulse method of performance control of electrochemical energy storage devices

To monitor the performance of electrochemical energy storage devices, it is proposed to use the pulse method. The performance criterion is the actual capacity of the storage device, the current value of which is determined from the parameters of the storage response signal to the test current pulse. The possibility of practical application of the method has been confirmed experimentally.

Keywords: pulse control method, response signal, actual capacity, performance.