

ИМИТАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛИТИЙ-ИОННОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Пост С.С.

Научный руководитель - д.т.н, проф., Иванчура В.И.
Сибирский федеральный университет

Разработана имитационная энергетическая модель литий-ионной аккумуляторной батареи. Методика моделирования и исследования энергетических процессов использует информационную систему поддержки автоматизированного проектирования и MATLAB 7.9.

Постановка задачи

При проектировании автономных СЭП необходимо иметь энергетические модели отдельных элементов таких систем с целью определения параметров этих элементов. Наилучшим образом это осуществляется с использованием имитационного моделирования. Нами была предпринята попытка создания модели СЭП в среде MatLab 7.9. (Simulink). Существующая в пакете MatLab модель АБ имеет существенные недостатки, т.к. не учитывает:

- влияние температуры на выходное напряжение;
- саморазряд АБ;
- деградационные изменения АБ, связанные с временем;
- тепловыделение АБ.

Соответственно, поставлена задача доработать указанную модель и протестировать её с целью определения работоспособности модели.

Решение

На рисунке 1 представлена модель литий-ионной аккумуляторной батареи, созданная в пакете Simulink. Пользователь может изменять такие параметры, как максимальная ёмкость АБ, номинальное рабочее напряжение и температура окружающей среды.

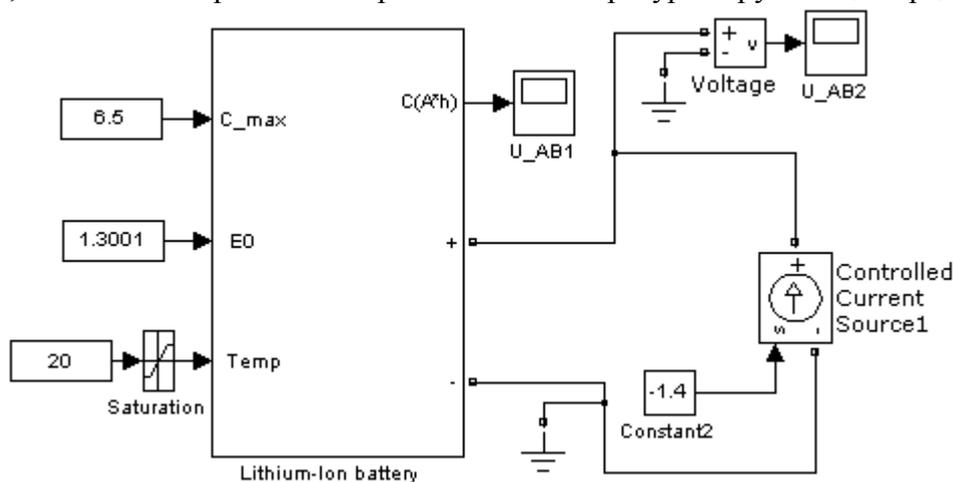


Рисунок 1 – модель аккумуляторной батареи

На рисунке 2 представлена иерархическая структура блока Lithium-Ion battery. Внесённые в модель изменения отображены красным цветом. Блоки From9 и f(u)1

отвечают за зависимость выходного напряжения от внешней температуры; блоки From10, From11 и f(u)2 отвечают за зависимость ёмкости АБ от внешней температуры и времени; блоки I_SR и I_S учитывают саморазряд АБ, блок T рассчитывает температуру самой АБ.

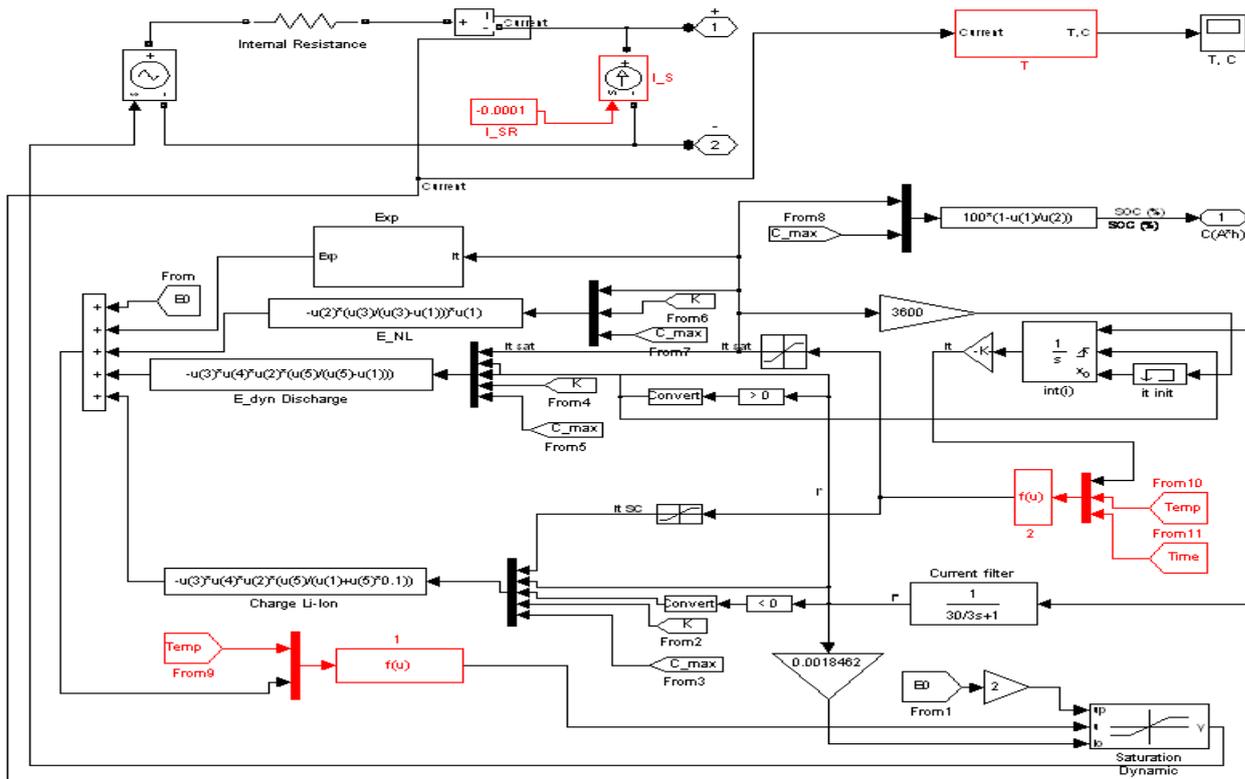
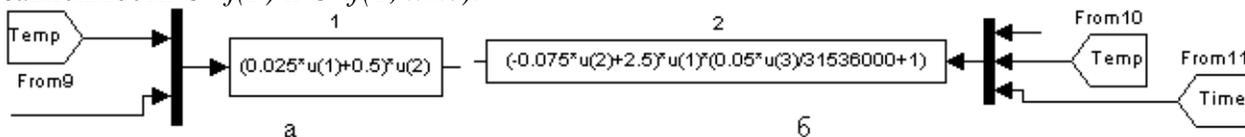


Рисунок 2 – структура иерархического блока Lithium-Ion battery

На рисунке 3 представлены математические формулы, по которым определяются зависимости $U=f(T)$ и $C=f(T, time)$.



а - формула, задающая зависимость $U=f(T)$

б - формула, задающая зависимость $C=f(T, time)$

Рисунок 3 – формулы, задающие зависимости напряжения и ёмкости от температуры и времени

Формулы были получены аппроксимацией экспериментальных разрядных кривых, представленных на рисунке 4.

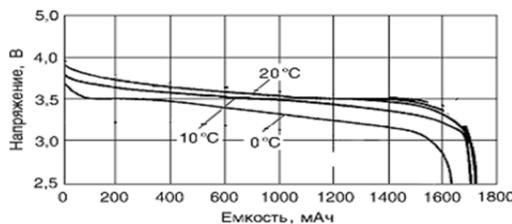


Рисунок 4 – разрядные характеристики литий-ионной АБ, снятые при различной температуре

Тестирование модели

На рисунке 5 представлена разрядная характеристика одной АБ, снятая при номинальной температуре 20°C и токе разряда 1 А.

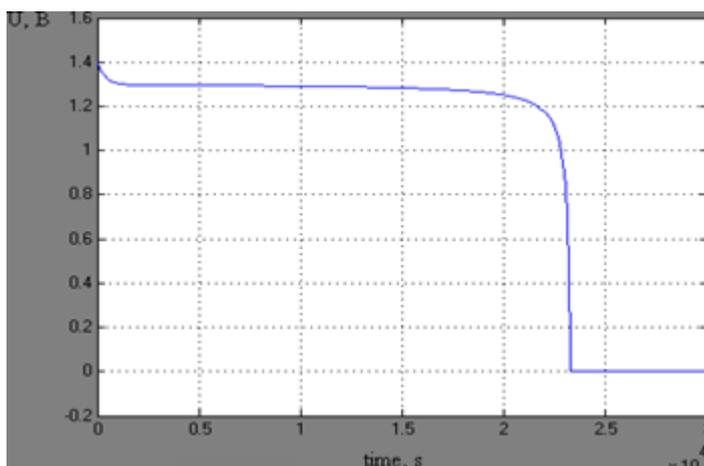
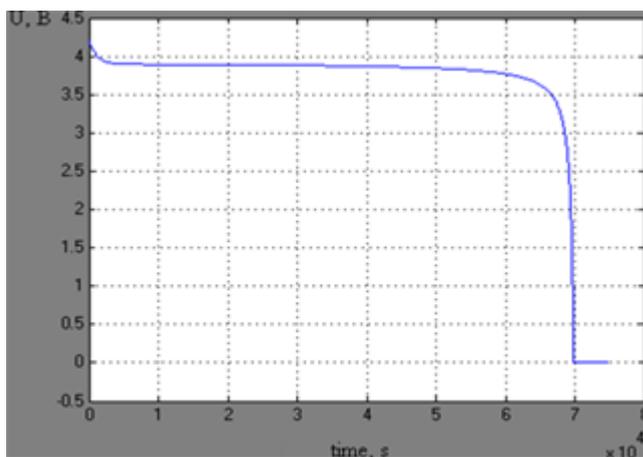
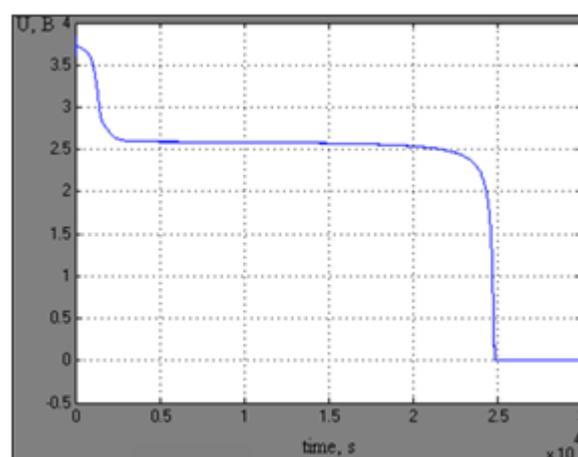


Рисунок 5 – разрядная характеристика литий-ионной АБ

На рисунке 6 приведены разрядные характеристики системы, состоящей из девяти АБ, соединённых последовательно-параллельно.



а



б

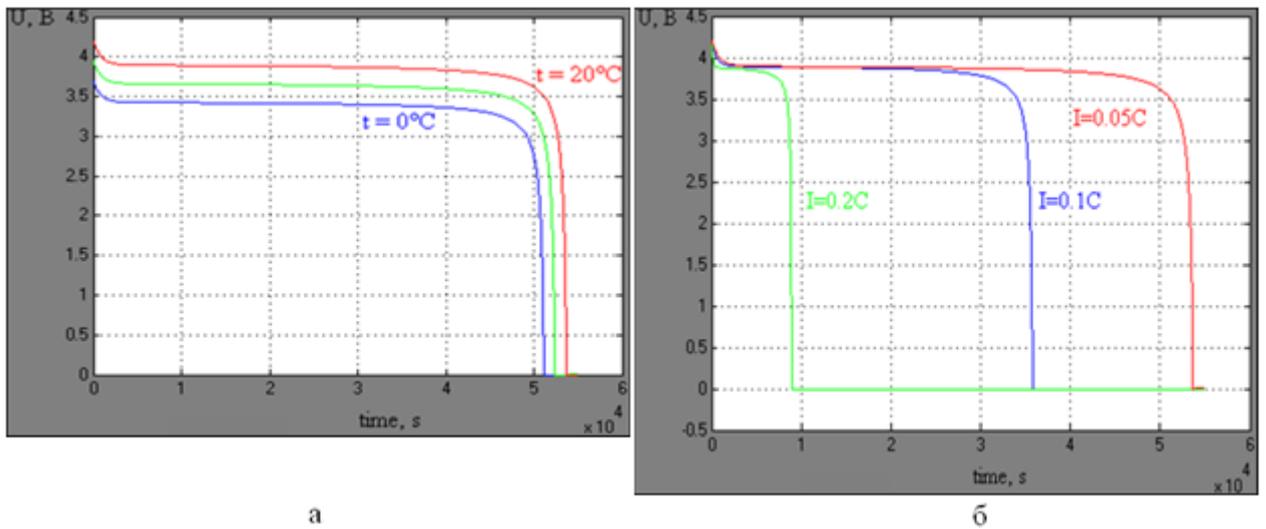
а – характеристика, снятая с девяти АБ

б – характеристика, снятая с девяти АБ, одна из которых вышла из строя

Рисунок 6 – разрядные характеристики схемы, состоящей из девяти АБ

На рисунке 7 приведены разрядные характеристики, снятые с девяти АБ при разных температурах (рис. 7, а) и токах (рис. 7, б).

Как видно из графиков, при снижении температуры, снижаются максимальное напряжение и ёмкость АБ; при увеличении тока разряда АБ батарея разряжается быстрее; максимальное напряжение не меняется



а – характеристики, снятые при разных температурах
 б – характеристики, снятые при разных токах разряда
 Рисунок 7 – разрядные характеристики 9 АБ, снятые при разных внешних параметрах

Заключение

Доработана модель АБ, используемая в Simulink, учитывающая изменения температуры, саморазряд и деградационные изменения АБ. Характеристики, полученные в ходе тестирования АБ, подтверждают её работоспособность; модель может быть использована при проектировании различных систем электропитания.