



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОДАХ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА С ПАКЕТНЫМИ ЯЧЕЙКАМИ

Ачегу Тимур Евгеньевич

магистрант, Донской государственный технический университет», РФ, г. Шахты

Алехин Алексей Артемович

магистрант, Донской государственный технический университет», РФ, г. Шахты

Крылатов Владимир Александрович

магистрант, Донской государственный технический университет», РФ, г. Шахты

Крупноформатные литий-ионные аккумуляторы широко используются в электромобилях и стационарных накопителях энергии. Конструктивно эти аккумуляторы представляют собой слои ячеек уложенные друг на друга, то есть анодный слой, сепарационный материал и катодный слой. В качестве токоприемников используется металлическая фольга с высокой проводимостью, для равномерного распределения тока при использовании электродов в ячейке аккумулятора по мере увеличения размера ячейки и её мощности.

Неравномерное распределение тока приводит к неоптимальному использованию активной массы электродов аккумуляторов, а также может привести к скачкообразному и ускоренному старению электродов.

В работе представлена трехмерная модель распределения тока в электродах крупноформатного литий-ионного аккумулятора с пакетными ячейками. Кроме того, исследована зависимость распределения тока в электродах данного типа от тока в ячейке [2]. Геометрическая модель элементарной ячейки, представляет собой пять слоев, уложенных друг на друга, разделенных металлической фольгой. Геометрическая модель крупноформатного литий-ионного аккумулятора с пакетными ячейками характеризуется следующими параметрами:

- Токоприемник отрицательного электрода представляет собой медную фольгу, толщиной 5 мм.
- Отрицательный электрод, имеющий толщину 60 мм, выполнен из графита.
- Сепаратор между электродами имеет толщину 30 мм.
- Положительный электрод, представляет собой литий-марганцевую технологию (LMO) и имеет толщину 60 мм.
- Токоприемник положительного электрода представляет собой алюминиевую фольгу, толщиной 5 мм.
- В модели используется электролит из гексафторфосфат лития (LiPF_6) в соотношении с органическим растворителем 3:7 ЕС:EMC.

Клеммы положительного и отрицательного электродов аккумулятора расположены напротив друг друга, но их можно легко разместить на одной стороне, изменив параметры геометрии узла в модели.

Для настройки физических параметров модели литий-ионного аккумулятора, используются данные о материалах из библиотеки материалов среды моделирования [3]. В модели можно настроить параметр, учитывающий интеркалирование частиц в узлах пористых электродов для моделирования концентрации твердого лития с учетом размерности его частиц. В модели, рассматриваемый аккумулятор заряжается в диапазоне от 20 до 80 % от номинального уровня заряда ячейки (SOC). Параметр, характеризующий распределение начального заряда ячейки используется для установки начального состояния заряда ячейки аккумулятора.

Настройка граничных условий заземления электрода в модели выполняется на вкладке токоприемника отрицательного медного электрода, тогда как граничное условие для тока электрода, определяющего ток, выходящий из нее, настраивается на вкладке токоприемника положительного алюминиевого электрода.

Параметр, характеризующий параметрическую развертку, используется для моделирования двух различных режимов заряда 1С и 4С. В результате моделирования получены характеристики распределения потенциала на фольге отрицательного медного токоприемника с язычком и фольге положительного алюминиевого, соответственно, в начале заряда в режиме 4С. Изменение потенциала составляет около 6 мВ на отрицательном токоприемнике и 10 мВ на положительном токоприемнике при токе заряда, соответствующего режиму 4С.

Для тока заряда в режиме 1С на отрицательном и положительном токоприемниках соответствующее изменение потенциала составляет менее 2 мВ. Кроме того, получены характеристики распределения тока для поперечного сечения сепаратора в центральной его части, в начальной и конечной стадиях заряда для режима заряда 4С. Это позволяет оценить параметр мгновенного использования активного материала электрода. Текущее распределение тока варьируется примерно на 6 % в плоскости сепаратора с течением определенного промежутка времени. Для режима заряда 1С эта разница будет значительно меньше. В начальный момент времени плотность тока в сепараторе выше вблизи краев ячейки, а в конце процесса плотность тока увеличивается в центральных частях ячейки.