

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООВОГО РАЗГОНА В НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ

Кукоз Ф.И., Галушкина Н.Н.

Южно-Российский государственный
университет экономики и сервиса,
Шахты

Явление теплового разгона довольно часто встречается в никель-кадмиевых батареях, стоящих в буферном режиме в современных самолетах. Тем не менее, природа данного явления до сих пор недостаточно изучена, не ясны причины и источники такого мощного выделения энергии в результате теплового разгона, которое вызывает резкое повышение температуры внутри аккумулятора до высоких значений, что, в свою очередь, приводит к прогоранию сепаратора между пластинами и вскипанию электролита.

В данной работе предлагается модель теплового разгона на основании экспериментальных данных из работы [1]. В модели мы не будем учитывать рассеивание тепла в межэлектродное пространство, то есть будем учитывать только движение тепла по телу электродов. Это оправдано на первом шаге, так как теплопроводность материала электродов намного выше теплопроводности воды. Следовательно, наша задача двумерная. За начало отсчета возьмем точку замыкания электродов через дендрит. Кроме того, мы будем считать, что все свойства электродов изотропны. Таким образом, наша задача будет симметричной относительно точки замыкания электродов. В соответствии с этим воспользуемся полярной системой координат, тогда уравнение, описывающее тепловой разгон примет вид [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{a}{R} \frac{\partial T}{\partial R} + a \frac{\partial^2 T}{\partial R^2} - A \cdot T \frac{\partial T}{\partial R} \quad (1)$$

При достаточно больших значениях R можно пренебречь первым слагаемым справа в уравнении (1), в этом случае получаем стандартное уравнение Бюргерса [2]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + A \cdot T \frac{\partial T}{\partial R} = a \frac{\partial^2 T}{\partial R^2}. \quad (2)$$

Найдем решение уравнения (2) при граничных условиях

$$T(R=0, t=0) = T_0, \quad (3)$$

$$T(R=\infty, t) = 0.$$

Получим

$$T = T_0 \left(1 - \operatorname{th} \left(\frac{T_0 \cdot A}{2 \cdot a} R - \frac{a}{2} \left(\frac{T_0 \cdot A}{a} \right)^2 \cdot t \right) \right). \quad (4)$$

Решение уравнения (4) представляет собой движение температурного фронта по радиусу от точки замыкания электродов. Причем движение температурного фронта задается уравнением

$$R = T_0 \cdot A \cdot t + C, \quad (5)$$

где C – константа.

Следовательно, температурный фронт движется по радиусу от точки замыкания с постоянной скоростью, равной:

$$v = T_0 \cdot A. \quad (6)$$

Таким образом, предложенная модель качественно правильно описывает процесс теплового разгона и может быть использована как основа для последующих теоретических и экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галушкин Д.Н., Румянцев К.Е., Галушкин Н.Е. Исследование нестационарных процессов в щелочных аккумуляторах // Электрохимическая энергетика. – Шахты: ЮРГУЭС, 2001. – 112 с.
2. Додд Р., Эйлбек Дж., Гиббон Дж. Солитоны и нелинейные волновые уравнения. – М.: Мир, 1988. – 695 с.

Работа представлена на III научную конференцию с международным участием «Технологии 2006», г. Анталия (Турция), 21-28 мая 2006 г. Поступила в редакцию 04.05.2006г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООВОГО РАЗГОНА В НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ

Кукоз Ф.И., Галушкина Н.Н., Галушкин Д.Н.

Южно-Российский государственный
университет экономики и сервиса,
Шахты

Во время заряда некоторых типов никель-кадмиевых аккумуляторов при постоянном напряжении или при их работе в буферном режиме может возникнуть явление, так называемого, теплового разгона. В этом случае ток заряда в аккумуляторах начинает резко возрастать, электролит мгновенно вскипает и превращается в пар. Возможно также оплавление и разрыв полиамидного корпуса аккумулятора, вылетание пробок под действием пара, обильное дымообразование и даже возгорание [1-3].

Чисто теоретически в результате теплового разгона могут выделяться следующие вещества: пары воды, водород и кислород из-за разложения воды и оксидов в электродах, продукты горения сепаратора. На экспериментальной установке по исследованию теплового разгона в аккумуляторах различных типов пары воды отделялись при охлаждении газонакопителя. Анализ газа был выполнен с помощью объемно-оптического газоанализатора ООГ-2М. Данный прибор способен определять процентный состав газовой смеси, состоящей из углекислого газа, кислорода, оксид углерода, водорода и метана. Причем углекислый газ, кислород и оксид углерода определяется газообъемным методом, а метан и водород – оптическим, с помощью встроенного интерферометра.

Экспериментально доказано, что в процессе теплового разгона из различных типов никель-кадмиевых