

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

аккумуляторов выделяется парогазовая смесь, в которой: количество пара определяется количеством электролита в аккумуляторе; оставшийся газ на 85-95% состоит из водорода, на 5-14% из кислорода и менее 1% прочих газов. Причем количество выделившегося водорода из негерметичных аккумуляторов больше, чем его содержится во всем электролите, если его разложить на водород и кислород. Таким образом, в результате теплового разгона из аккумулятора НКБН-25-У3 происходит очень интенсивное, в течение 2-4 минут, газовыделение, порядка 320-360 литров газа и пара.

Полученные результаты несколько неожиданные, так как если предположить, что в результате теплового разгона происходит только разложение воды электрохимическим или термическим путем, то процентное соотношение между водородом и кислородом должно быть следующим: кислорода 33,3 %, водорода 66,7 %, т.е. один к двум.

Если предположить, что в результате теплового разгона из-за высокой температуры распадаются гидроксиды, то при этом увеличилось бы процентное содержание кислорода в газовой смеси, но никак не водорода.

Полученные результаты можно объяснить, только предположив, что водород уже присутствовал в электродах в какой-то форме еще до теплового разгона, а в результате этого процесса, возможно из-за высокой температуры, он выделился в больших количествах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теньковцев В.В., Центнер Б.И. Основы теории эксплуатации герметичных НК аккумуляторов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985.- С. 53.
2. Теньковцев В.В., Леви М.Ж–Н. Герметичные НК аккумуляторы общего назначения. - М.: Информ-стандартэлектро, 1968. – 59 с.
3. Теньковцев В.В., Борисов Б.А., Ткачева Л.Ш. Влияние режима эксплуатации на стабильность характеристик герметичных НК аккумуляторов /Сб. работ по ХИТ. - Л.: Энергия, 1989. – С. 59–70.

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.

Биологические науки

ПОВЕРХНОСТНАЯ АРХИТЕКТОНИКА И ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ МОНООКСИДОМ УГЛЕРОДА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Рогов О.А., Шперлинг И.А.,
Новицкий В.В., Рязанцева Н.В.

*Томский военно-медицинский институт,
Сибирский государственный
медицинский университет,
Томск*

Изменения морфологической картины эритроцитов при различных заболеваниях приводят к нарастанию гипоксии и в определенной степени определяют течение патологического процесса (Кузьмин О.А. и соавт., 2006). При этом, функциональная полноценность эритроцитов, опосредованная формой, деформационной и агрегационной способностью красных клеток крови, во многом детерминирована состоянием липидного бислоя мембраны эритроцита (Рязанцева Н.В. и соавт., 2004). Особую актуальность эти изменения имеют при заболеваниях, протекающих с выраженным гипоксическим синдромом, в частности при отравлениях различными ксенобиотиками.

Цель исследования: изучение особенностей липидного состава и морфологии мембраны эритроцитов у крыс в острый период после воздействия монооксида углерода (СО) в эксперименте.

Материалы и методы

Крысы-самцы линии Wistar весом 190-250 г подвергали динамической загрузке СО в концентрации 4000 мг/м³ в течение 1,5 ч (CL₅₀). Исследовали гепаринизированную кровь выживших животных, полу-

ченную методом декапитации через 1,5 ч, 1, 3, 5, 7, 14, 21-е сут после начала загрузки.

В крови спектрофотометрическим методом определяли содержание карбоксигемоглобина (НbСО, %). Гипоосмотическим методом получали взвесь эритроцитарных мембран, из которых готовили липидные экстракты с последующим определением общего содержания липидов и их фракционного состава. Топографию поверхности клеток красной крови изучали методом сканирующей электронной микроскопии в микроскопе «JEM-100» (Япония).

Результаты обработаны статистически с использованием непараметрического критерия Вилкоксона-Манна-Уитни (достоверность различий считали при $p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Через 1,5 ч после начала загрузки монооксидом углерода уровень НbСО в крови у экспериментальных животных составлял в среднем 51,5±3,3% (при уровне 0,3±0,1% у животных в контрольной группе, $p < 0,001$).

На протяжении всего эксперимента (21 сут) уровень общих липидов в мембране эритроцитов опытных животных достоверно не отличался от контрольных значений, варьируя в пределах от 1,79 до 2,00 мг/мг белка (при 1,89 мг/мг белка в контроле). Однако, содержание общих фосфолипидов в структуре липидных фракций в течение 1-х сут опытов включительно было снижено в 1,2 раза ($p < 0,05$) (при 44,12±1,01% в контроле) на фоне увеличения доли холестерина на 10% ($p < 0,05$) и его фракций на 16% ($p < 0,05$) относительно показателей у интактных крыс (38,10±0,96% и 16,73±1,15% соответственно). Наряду с этим в мембране эритроцитов было зарегистрировано достоверное повышение доли лизофосфатидилхо-