

ЖИДКИЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Симончик В. В.

Ясюкевич Л. В. – канд. техн. наук, доцент

В работе представлена информация о новом способе аккумулирования электрической энергии. Рассмотрен принцип работы жидкого аккумулятора, показаны его недостатки, преимущества и перспективы применения.

Интересную технологию для быстрой подзарядки электромобилей изобрели в Массачусетском технологическом институте. Ученые предлагают использовать новый тип аккумуляторов со сменным жидким наполнителем. В качестве наполнителя служит чёрная жидкость, так называемая «кембриджская нефть» (cambridge crude), представляющая собой суспензию из твёрдых частиц, катодов и анодов, смешанных в жидком электролите. Подобный тип батареи называется полутвёрдый проточный электролизёр (semi-solid flow cell). Аккумулятор, придуманный Дональдом Сэдовой и его соратниками по институту, представляет собой тугоплавкий «стакан» (он же – первый выходной контакт), накрытый крышкой (это второй контакт). Между ними – диэлектрик, а вокруг – теплоизолирующая оболочка [1].

В таком аккумуляторе находятся три слоя расплавов, разделённые между собой исключительно за счёт разной плотности. Верхний слой – это магний (анод); средний – солевой электролит $MgCl_2-KCl-NaCl$; нижний – сурьма плюс магний (катод). Причём в электролите также растворён Mg_3Sb_2 (антимонид магния).

По мере того как устройство заправляется энергией извне, положительно заряженные ионы магния в электролите забирают электроны из сети и формируют нейтральные атомы, которые присоединяются к верхнему электроду. Отрицательные ионы сурьмы, напротив, отдают свои электроны и также формируют нейтральные атомы, которые опускаются вниз, присоединяясь к электроду из сурьмы соответственно. В результате имеем: при заряде прослойка электролита в жидкой батарее уменьшается, а расплавленные электроды – растут; при разряде аккумулятора всё происходит в обратном порядке. Отдавая ток в нагрузку, материал электродов (в виде ионов) растворяется в электролите, формируя там антимонид магния и заставляя тем самым, центральный слой расти (рис. 1) [1].

Преимущества жидких аккумуляторов состоят в следующем. Во-первых, плотность тока обмена у металлических электродов в расплавленном электролите может быть очень большой – порядка $200 A/cm^2$, что позволяет получить высокие плотности тока при минимальной, почти не поддающейся измерениям активационной поляризации. Единственно заметные потери в таких элементах могут возникнуть из-за омического падения напряжения IR , но они тоже будут гораздо меньше, так как проводимость расплавленных солей в 5 раз выше, чем проводимость обычных водных электролитов. Число переноса катионов в электролите равно 1, поэтому в нем не может возникнуть концентрационная поляризация. Во-вторых, такая система готова выдержать серию многочасовых циклов заряда-разряда при высоких нагрузках от 50 до $200 mA/cm^2$. Аккумулятор обладает достаточной энергией для любого транспортного средства. Также одним из весомых аргументов в пользу новинки является более низкая стоимость производства жидкой батареи.

При создании было предусмотрено, что в такой батарее твёрдыми остаются корпус, изоляторы и электрические выводные контакты (токоприёмники). Это означает, что новинка не боится очень больших токов и потенциально обладает высокой живучестью и отказоустойчивостью. Ломаться и деградировать тут почти что нечему. Внезапно расплавить уже и так расплавленные компоненты даже аварийная нагрузка не сможет [2].

При создании и опытным применении данного вида аккумуляторов были выявлены следующие недостатки. Все три элемента аккумулятора функционируют в расплавленном виде, при температуре $700^\circ C$. Высоковакуумные сосуды, часть из которых была выполнена в форме нормального элемента (H-форма), изготавливались из Al_2O_3 , причём потребовались такие сложные технологические процессы, как алмазное шлифование и высокочастотная обработка. Подводы и уплотнения изготавливались из редких материалов. Ощутимым недостатком является высокая коррозионная активность магния и его солей, из-за которых трудно подобрать материал для стенок аккумуляторов [2].

Перспективы применения жидких аккумуляторов на сегодняшний день следующие:

- выпуск и применение новых технологий в качестве зарядки жидких батарей мобильных телефонов;
- создание экологически чистых автомобилей, которые будут работать от электропитания.

В 2010 г. Сэдовой и его коллеги – Дэвид Брэдуэлл (David Bradwell) и Луи Ортиц (Luis Ortiz) основали корпорацию Liquid Metal Battery для развития данного типа аккумулятора и вывода его на рынок. Теперь, после проведения экспериментов с небольшим прототипом, компания должна перейти к следующему этапу: необходимо оптимизировать дизайн и, возможно, состав твёрдых компонентов батареи (корпус, токоприёмники), провести дополнительные тесты на коррозионную стойкость и создать промышленную модель, пригодную для тиражирования.

Список используемой литературы:

1. <http://www.ecology.md>.
2. <http://www.membrana.com>.



Рис. 1. – Принцип работы жидкого аккумулятора