

УДК 621.311

**РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ АККУМУЛЯТОРОВ
DEVELOPMENT AND PROSPECTS OF BATTERY TECHNOLOGY**

Т.И. Гуринов

Научный руководитель – Л.И. Новикова, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

T. Gurinov

Supervisor – L. Novikova, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: Исследование истории, принципов функционирования и перспектив развития аккумуляторов, анализ ключевых этапов развития аккумуляторов, от первого свинцово-кислотного аккумулятора до современных литий-ионных, описание основных компоненты и процессов зарядки и разрядки, проведение анализа литий-ионных аккумуляторов и обзор новых типов аккумуляторов, таких как твердотельные, на основе натрия, графена и металл-воздуха, выведение подходов к оптимизации аккумуляторов.

Abstract: Study of the history, principles of operation and prospects of battery development, analysis of key stages of battery development, from the first lead-acid battery to modern lithium-ion batteries, description of the main components and charging and discharging processes, analysis of lithium-ion batteries and review of new types of batteries, such as solid-state, sodium-based, graphene-based and metal-air batteries, derivation of approaches to battery optimization.

Ключевые слова: аккумуляторы, принципы функционирования, перспективы, технологии, энергонакопление, устройства.

Keywords: batteries, principles of operation, perspectives, technologies, energy storage, devices.

Введение

Целью данной работы является исследование истории, принципов функционирования и перспектив развития аккумуляторов, а также анализ современных и будущих технологий в этой области. Аккумуляторы играют ключевую роль в современных технологиях, обеспечивая накопление и хранение электрической энергии. Их развитие и усовершенствование позволяют создавать более эффективные и компактные устройства, такие как мобильные телефоны, ноутбуки, электромобили и другие.

Для достижения цели работы были рассмотрены следующие аспекты:

- история изобретения: были выявлены ключевые этапы развития аккумуляторов, начиная с первого свинцово-кислотного аккумулятора и заканчивая современными литий-ионными аккумуляторами;
- принципы функционирования: описаны основные компоненты аккумуляторов и процессы зарядки и разрядки, что позволяет лучше понять их функционирование;
- современные технологии: проведен анализ литий-ионных аккумуляторов, их преимуществ и недостатков, что позволяет оценить их

текущее состояние и перспективы.

- перспективные технологии: обзор новых типов аккумуляторов показал, что они имеют высокий потенциал для будущего использования, но им еще предстоит преодолеть множество технических и экономических препятствий.

Развитие аккумуляторов продолжает оставаться важной областью исследований и разработок. Уменьшение размеров аккумуляторов и увеличение их емкости является одним из ключевых направлений разработок в области энергонакопления. Это позволит создать более компактные и эффективные устройства, такие как мобильные телефоны, ноутбуки, электромобили и другие. Существует несколько подходов к уменьшению размеров аккумуляторов и увеличению их емкости, включая использование новых материалов для электродов и электролитов, оптимизацию структуры электродов, использование новых конструкций аккумулятора и улучшение систем управления аккумулятором.

Аккумулятор – это электрохимическое устройство, которое способно накапливать и хранить электрическую энергию, преобразуя её в химическую энергию, и затем преобразовывать её обратно в электрическую энергию при необходимости. Аккумуляторы также известны как вторичные источники питания, потому что они могут быть перезаряжены и использованы повторно, в отличие от первичных источников питания, таких как батарейки, которые не могут быть перезаряжены и должны быть заменены после исчерпания [1].

Аккумулятор состоит из одной или нескольких электрохимических ячеек, каждая из которых содержит два электрода: положительный (катод) и отрицательный (анод), разделенных электролитом. Электролит – это вещество, которое проводит электрический ток в виде ионов, а не электронов. Когда аккумулятор заряжается, электрический ток проходит через ячейку, вызывая химическую реакцию, в результате которой электроны перемещаются от одного электрода к другому, накапливаясь на отрицательном электроде. Этот процесс называется электролизом. Когда аккумулятор разряжается, химическая реакция протекает в обратном направлении, и электроны перемещаются от отрицательного электрода к положительному, создавая электрический ток.

Основная часть

В 1859 году французский физик Гастон Планте изобрел первый аккумулятор, который он назвал «свинцово-кислотным» (рис. 1). Это был первый вторичный химический источник тока, который можно было перезаряжать. Свинцово-кислотный аккумулятор состоял из двух свинцовых пластин, погруженных в раствор серной кислоты. Одну пластину называли положительной, а другую отрицательной. Во время разряда химическая реакция между свинцом и серной кислотой создавала электрический ток. Во время заряда процесс происходил в обратном направлении, и аккумулятор восстанавливал свою энергию. Свинцово-кислотные аккумуляторы были крайне тяжелыми и громоздкими, но они были надежными и имели хорошую емкость [2].



Рисунок 1 – Внешний вид первого аккумулятора в истории

В 1881 году французский инженер Камиль Альфонс Фор изобрел более легкий и мощный аккумулятор, который он назвал «никель-железным». Никель-железный аккумулятор состоял из никелевой и железной пластин, погруженных в раствор щелочи. Он был более дорогим, чем свинцово-кислотный аккумулятор, но имел более высокую плотность энергии и мог выдерживать больше циклов зарядки и разрядки.

В 1899 году шведский химик Вальдемар Юнгнер изобрел «никель-кадмиевый» аккумулятор, который был еще более легким и мощным, чем никель-железный. Никель-кадмиевый аккумулятор состоял из никелевой и кадмиевой пластин, погруженных в раствор щелочи. Он имел высокую плотность энергии и мог выдерживать ещё большее количество циклов зарядки и разрядки.

В 1970-х годах был изобретен «литий-ионный» аккумулятор, который сейчас является одним из самых популярных типов аккумуляторов и используется повсеместно. Литий-ионный аккумулятор имеет высокую плотность энергии, низкий вес и не требует эффекта памяти. Он широко используется в электронике, электромобилях и других устройствах.

Литий-ионный аккумулятор состоит из одной или нескольких электрохимических ячеек, каждая из которых содержит три основных компонента: положительный электрод (катод), отрицательный электрод (анод) и электролит [3]. Положительный электрод обычно изготавливается из лития

кобальта оксида (LiCoO_2), лития никеля кобальта марганца оксида (LiNiMnCoO_2) или лития железופосфата (LiFePO_4), в то время как отрицательный электрод обычно изготавливается из графита.

Электролит – это жидкость или гель, который проводит электрический ток в виде ионов лития. Когда аккумулятор заряжается, электрический ток проходит через ячейку, вызывая химическую реакцию, в результате которой литий ионы перемещаются из положительного электрода в отрицательный электрод, накапливаясь там. Этот процесс называется интеркаляцией. Когда аккумулятор разряжается, химическая реакция начинает протекать в обратном направлении, и литий ионы перемещаются из отрицательного электрода в положительный электрод, создавая электрический ток, то такой процесс называется деинтеркаляцией.

Литий-ионные аккумуляторы имеют множество преимуществ по сравнению с другими типами аккумуляторов. Они имеют высокую плотность энергии, высокое напряжение, низкое внутреннее сопротивление и низкий уровень саморазряда. Благодаря этим особенностям, литий-ионные аккумуляторы могут хранить больше энергии в меньшем объеме и весе, а также предоставляют больше энергии на единицу времени, выдают большой ток при высоких нагрузках и могут хранить энергию в течение длительного периода времени без существенной потери емкости. Однако литий-ионные аккумуляторы также имеют некоторые недостатки. Они чувствительны к высоким температурам, которые могут вызвать их перегрев и повреждение, а также чувствительны к перезаряду и глубокому разряду, которые могут уменьшить их срок службы. Кроме того, литий-ионные аккумуляторы могут представлять опасность взрыва или пожара, если они повреждены или неправильно используются [4].

В настоящее время ведутся активные исследования и разработки новых типов аккумуляторов, которые могут превзойти существующие технологии по характеристикам и стоимости. Давайте рассмотрим несколько крайне перспективных типов энергонакопителей.

Твердотельные аккумуляторы: Этот тип аккумулятора использует твердое вещество в качестве электролита вместо жидкости или геля. Твердотельные аккумуляторы могут иметь более высокую плотность энергии, более длительный срок службы и более высокий уровень безопасности по сравнению с традиционными литий-ионными аккумуляторами. В январе 2024 года компания QuantumScare представила твердотельный аккумулятор, который может заряжаться до 80% от общего объема всего за 15 минут и имеет более высокую плотность энергии, чем существующие современные литий-ионные аккумуляторы.

Аккумуляторы на основе натрия: при производстве такого аккумулятора используется натрий вместо лития, в качестве основного материала для хранения энергии. Натрий является более доступным и дешевым материалом, чем литий, и может быть использован для создания более дешевых и эффективных аккумуляторов. В начале апреля 2024 года компания Faradion представила аккумулятор на основе натрия, который может иметь срок службы до 10 лет и стоить на 30% дешевле, чем существующие литий-ионные аккумуляторы.

Аккумуляторы на основе графена: такой тип аккумулятора использует графен – углеродный материал, состоящий из одного слоя атомов, в качестве основного материала для электродов (рис. 2). Графен имеет высокую проводимость и может увеличить плотность энергии аккумулятора. Помимо этого, ведутся исследования в области использования графена в качестве сверхпроводника, открытие подобного типа можно было бы сравнить с открытием транзисторов, и всё это из-за свойств материала, который используется в их производстве. В феврале 2023 года компания Skeleton Technologies начала выпуск аккумуляторов на основе графена, который может заряжаться всего лишь за несколько секунд и иметь более высокую мощность, чем существующие литий-ионные аккумуляторы.



Рисунок 2 – Схематическое устройство аккумулятора на базе графена

Аккумуляторы на основе металл-воздуха: Этот тип аккумулятора использует металл (обычно цинк или литий) в качестве одного из электродов, и воздух в качестве другого электрода. Аккумуляторы на основе металл-воздуха могут иметь достаточно высокую плотность энергии, поскольку они используют кислород из воздуха в качестве одного из основных материалов для хранения энергии. Считается, что аккумулятор такого типа способен обеспечить автомобиль электроэнергией на расстояние до 1600 километров.

Эти новые типы аккумуляторов имеют высокий потенциал в дальнейшем использовании, но им еще предстоит преодолеть множество технических и экономических препятствий, прежде чем они станут широко доступными и конкурентоспособными на рынке.

Заключение

Уменьшение размеров аккумуляторов и увеличение их емкости является одним из ключевых направлений разработок в области энергонакопления. Это позволит создать более компактные и эффективные устройства, такие как мобильные телефоны, ноутбуки, электромобили и другие. Существует несколько подходов к уменьшению размеров аккумуляторов и увеличению их емкости.

Первым способом, рассмотренным ранее, является использование новых материалов для электродов и электролитов. Например, использование графена, нанотрубок, кремния и других материалов может увеличить площадь поверхности электродов и улучшить электрохимическую активность, что приводит к увеличению емкости аккумулятора.

Второй способ увеличения емкости аккумулятора заключается в оптимизации структуры электродов. Использование наноструктур может увеличить площадь поверхности электродов и улучшить проводимость, что приводит к увеличению емкости аккумулятора. Кроме того, использование тонких слоев материала для электродов может уменьшить размеры аккумулятора и увеличить его плотность энергии.

Третий способ позволяет уменьшить размеры аккумулятора и увеличить его емкость. Суть способа лежит в использовании новых конструкций аккумулятора. Например, использование спиральных или слоистых конструкций может уменьшить размеры аккумулятора и увеличить его плотность энергии. Использование в производстве электроники микро- или наноаккумуляторов может позволить создать намного более компактные и эффективные устройства.

Четвертым способом является улучшение систем управления аккумулятором. Использование более эффективных алгоритмов зарядки и разрядки может улучшить эффективность аккумулятора и продлить его срок службы. Помимо этого, использование систем мониторинга и диагностики может помочь обнаружить и устранить неисправности в аккумуляторе, что также может улучшить его эффективность и продлить срок службы.

Подводя итоги, аккумуляторы продолжают оставаться важной областью исследований и разработок, и их усовершенствование до сих пор является и будет являться перспективным направлением и будет способствовать дальнейшему развитию технологий и улучшению нашего качества жизни.

Литература

1. Можаяев, В. Н. Электрооборудование тракторов, автомобилей и комбайнов. – Л.: Колос, 1970. – 256 с.
2. Боровских, Ю. И. Стартерные аккумуляторные батареи / Ю. И. Боровских, Ю. П. Чижков; под общ. ред. Ю. П. Чижкова. – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. – 157 с.
3. Боровских, Ю. И. Электрооборудование автомобилей. – К.: Высшая школа, 1988. – 167 с.
4. Дасоян, М. А. Стартерные аккумуляторные батареи: устройство, эксплуатация, ремонт. – М.: Транспорт, 1991. – 255 с.