

УДК 629.3+504

ВЫБОР ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЯГОВОГО ПРИВОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

**Т.А. Бажинова, студентка, ХНАДУ, М.А. Кучерявая, ассистент,
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара**

Аннотация. Рассмотрены эксплуатационные характеристики электрохимических источников энергии. Определена мощность источника энергии по динамическим характеристикам.

Ключевые слова: источник, энергия, электрохимическая система, привод, электромобиль.

ВИБІР ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

**Т.О. Бажинова, студентка, ХНАДУ, М.А. Кучерява, асистент,
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара**

Анотація. Розглянуто експлуатаційні характеристики електрохімічних джерел енергії. Визначено потужність джерела енергії за динамічними характеристиками.

Ключові слова: джерело, енергія, електрохімічна система, привід, електромобіль.

CHOICE OF ELECTROCHEMICAL SYSTEM FOR TRACTIONAL DRIVE OF ELECTRIC VEHICLE

**T. Bazhinova, student, KhNAHU, M. Kucheryavaya, Assistant,
Oles Honchar Dnipropetrovsk National University**

Abstract. The operational characteristics of electrochemical energy sources were considered. The power of energy source was determined by dynamic characteristics.

Key words: energy source, power, electrochemical system, drive, electric vehicle.

Введение

Экономические и экологические показатели электромобиля и гибридного в значительной степени определяются пакетом электрохимической системы для тягового привода. Данные обстоятельства диктуют необходимость выбора параметров тяговой аккумуляторной батареи электромобиля, таких как энергоёмкость, длительно реализуемая мощность, масса аккумуляторных батарей и др.

Анализ публикаций

В настоящее время существует достаточно большое количество работ отечественных и зарубежных исследователей, посвященных

выбору и оценке аккумуляторных батарей [1–3]. Вместе с тем выбор оптимального источника энергии тягового привода электромобиля не обоснован.

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является исследование особенностей оценки выбора источника энергии тягового привода электромобиля. Задачами исследования является анализ и перспективы развития источников энергии электропривода, который использует разные типы аккумуляторных батарей, а также особенности в эксплуатации Li-ионных аккумуляторов.

Сравнительная характеристика электрохимических систем

Проведем сравнение основных параметров свинцово-кислотной, никель-кадмиевой, никель-металлогидридной и литий-ионной электрохимических систем. По результатам сравнения параметров выбирается источник энергии тягового привода электромобиля.

Наибольшее количество своей энергии аккумулятор отдает на линейном участке разрядной кривой. Средняя энергия, отданная аккумуляторами при разряде на линейном участке кривой, рассчитывается по формуле

$$E_{\text{ср}} = U_{\text{ср}} \cdot I_{\text{р}} \cdot t, \quad (1)$$

где $E_{\text{ср}}$ – средняя энергия, отданная аккумуляторами на линейном участке кривой; $U_{\text{ср}}$ – среднее разрядное напряжение; $I_{\text{р}}$ – разрядный ток, равный 1С; t – время.

Рассчитанная по формуле (1) разрядная энергия, Вт·ч:

Pb – 1,17; NiCd – 0,89·1С; NiMh – 0,93·1С; Li-ион – 2,74·1С; где 1С – разрядный ток аккумулятора.

Как видно из расчета, при одинаковых условиях разряда энергия Li-ионного аккумулятора более чем в 2,3 раза превышает разрядную энергию Pb аккумулятора и приблизительно в 3 превышает энергию NiCd и NiMh электрохимических систем.

Расчетная энергия аккумуляторной батареи электромобиля (пробег 150 км) для движения в черте города составляет в пределах 10–15 кВт·ч.

Качественная оценка массового показателя накопителя электроэнергии показывает, что для обеспечения, например, количества энергии в 15 кВт·ч масса свинцово-кислотной батареи составляет 375 кг, никель-кадмиевой – 250 кг, никель-металлогидридной – 188 кг и Li-ионной – 84 кг.

Из расчета следует, что объем свинцово-кислотного аккумулятора для обеспечения 15 кВт·ч энергии составляет 150 л(дм³), никель-кадмиевого – 100 л(дм³), никель-металлогидридного – 78,9 л(дм³), а Li-ионного – 37,5 л(дм³).

Важным показателем, с точки зрения эффективности заряда, является отношение

$$C_{\text{раз-100}} / C_{\text{зар}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{раз-100}}$ – полная разрядная емкость аккумулятора; $C_{\text{зар}}$ – емкость, сообщенная аккумулятору при заряде для обеспечения 100 % разрядной емкости.

Заряд и разряд аккумуляторов проводится стабилизированным током, величина которого соответствует 1С при температуре +20°C (рис. 1).

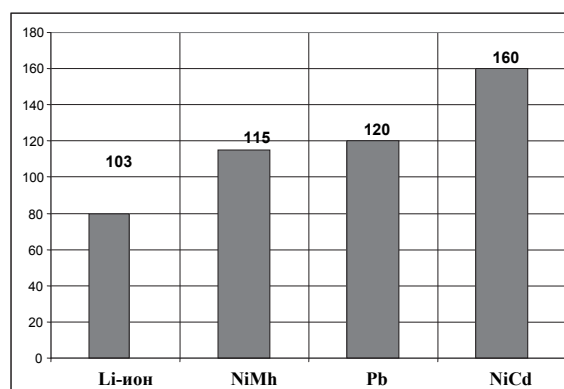


Рис. 1. Эффективность заряда электрохимических систем

КПД Li-ионного аккумулятора при заряде соответствует 0,97. Эффективности заряда свинцово-кислотного и никель-металлогидридного аккумулятора практически совпадают и равны 0,83 и 0,87 соответственно. Следует отметить, что в ряде случаев эффективность заряда свинцово-кислотного накопителя может оказаться выше, чем у никель-металлогидридного, КПД никель-кадмиевой электрохимической системы равен 0,625, но наибольшей эффективностью при заряде обладает Li-ионная электрохимическая система, коэффициент полезного действия заряда которой близок к единице.

В качестве источника питания для тягового электрического двигателя применяются литий-железо-фосфатные аккумуляторные батареи типа Thunder Sky LPF 90 Ah, которые предназначены специально для применения в гибридных автомобилях, электромобилях, электроавтобусах и в других транспортных средствах для питания тяговых электрических двигателей. Но высокая цена литий-ионной технологии создания аккумуляторов может значительно увеличить и стоимость

всего автомобиля. К примеру, для пробега 200 км автомобилю с электроприводом массой 1 т необходима батарея емкостью приблизительно 30 кВт·час. Цена данного аккумулятора составляет более 150 тыс. грн, что значительно превышает стоимость самого базового автомобиля. А основной целью данного исследования является создание недорогого автомобиля с гибридной силовой установкой, что повышает экономичность и экологическую чистоту автотранспортного средства, особенно в автомобиле в городских условиях эксплуатации.

Поэтому в данном исследовании обусловлено количество аккумуляторных батарей Thunder Sky LPF 90 Ah, которые применяются для питания электрического привода легкового автомобиля ЗАЗ Пикап. При этом пробег автомобиля на электрической тяге может достигать в легких условиях движения до 60 км.

Таблица 1 Основные эксплуатационные характеристики аккумулятора Thunder Sky LPF 90 Ah

Тип	Литий-железо-фосфатный
Емкость С, А·час	90
Ток заряда, А	0,5 С
Макс. ток разряда, А	3 С
Рабочее напряжение, В	2,5–4,25
Количество циклов заряд-разряд	3000–5000
Диапазон рабочих температур, 0 °С	–45 ...+ 85
Длина, мм	145
Ширина, мм	61
Высота, мм	220
Вес, кг	3,2

Для практического применения в автомобилях с электроприводом аккумуляторные элементы Thunder Sky LPF 90 Ah собраны в металлические крепкие пакеты: два блока по 8 элементов в каждом и 1 блок из 4 элементов (всего 20 аккумуляторных батарей). Суть в том, что литий-железо-фосфатный аккумулятор Thunder Sky LPF 90 Ah должен быть крепко обжаты, поскольку при прохождении больших токов в процессе заряда-разряда они разогреваются, впоследствии чего могут менять свой объем. Во время подготовки к сбору аккумуляторов в аккумуляторные батареи целесообразно клеивать выводы аккумуляторов для предотвращения случайного замыкания элементов.

Как показано выше, Li-ионные аккумуляторы превосходят рассмотренные электрохимические системы практически по всем показателям, за исключением стоимости энергии, и по сравнению с ресурсными характеристиками NiCd аккумуляторов. Но здесь следует отметить, что Li-ионному аккумулятору, в отличие от никель-кадмиевого, не присущ «эффект памяти», который значительно снижает его ресурс.

Выводы

Особенности структуры литий-ионных аккумуляторов накладывают ряд дополнительных требований на условия их эксплуатации. В связи с этим функционирование литий-ионной аккумуляторной батареи без системы диагностики ее состояния недопустимо. При работе с литий-ионной аккумуляторной батареей необходимо проводить измерение и контроль напряжения каждого аккумулятора. Для повышения точности результата вычисления напряжения необходимо использовать аппаратно-программные методы снижения влияния помех.

Для эффективного восполнения емкости литий-ионной батареи с последующим обеспечением полного энергоресурса источника тока при движении электроавтомобиля необходимо нивелирование напряжений аккумуляторов. Контроль состояния литий-ионной аккумуляторной батареи предусматривает измерение температуры аккумуляторов. Температура обеспечивает функционирование аккумуляторной батареи в пределах допуска ее эксплуатационных характеристик.

Литература

1. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков та ін. – Х.: ХНАДУ, 2008. – 328 с.
2. Хрусталеі Д.А. Аккумуляторы / Д.А. Хрусталеі. – М.: Изумруд, 2003. – 224 с.
3. Сінергетичний автомобіль / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов та ін. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.

Рецензент: О.П. Алексеев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 30 августа 2013 г.