

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Еналдиев Валерий Георгиевич*

аспирант

*Меркушев Дмитрий Викторович*

доцент

ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»  
г. Владикавказ, Республика Северная Осетия – Алания

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ АККУМУЛЯТОРАМ**

*Аннотация:* в данной работе рассматривается проблема эффективного хранения электроэнергии. Показано сравнение параметров традиционных аккумуляторов с суперконденсаторами. Согласно сравнению, суперконденсаторы являются весьма перспективными источниками хранения электроэнергии, а увеличение их емкости может привести к значительному расширению сферы применения.

*Ключевые слова:* аккумулятор, суперконденсатор, плотность энергии, коэффициент полезного действия.

Весьма актуальной проблемой электротехники является проблема эффективного хранения электроэнергии. Эта проблема пагубно сказывается на развитии различных областей, в частности она является одной из причин замедляющей широкое распространение автомобилей на электротяге. Нестабильная электроэнергия, вырабатываемая возобновляемыми источниками, также требует эффективного аккумулирования.

Для непосредственного хранения электроэнергии используются аккумуляторы, наиболее распространенными из которых являются свинцово-кислотные и литиевые, имеющие как преимущества, так и недостатки. К недостаткам свинцово-кислотных аккумуляторов относятся: невысокий срок службы, низкий

КПД, токсичность материалов. Литиевые аккумуляторы имеют наилучший показатель плотности сохранения энергии, но также обладают недостатками: старение аккумуляторов даже если они не используются, уменьшение эффективности работы при низких температурах.

В настоящее время активно исследуются вопросы по использованию суперконденсаторов в качестве альтернативы аккумуляторам.

Суперконденсатор представляет собой электрохимическое устройство обкладками, в котором служит двойной электрический слой с органическим или неорганическим электролитом [1]. Суперконденсаторы имеют уникальные характеристики, они способны запасать большое количество энергии в течение короткого промежутка времени, что позволяет сократить время подзарядки до минимума. В таблице 1 представлено сравнение параметров аккумуляторов и суперконденсаторов.

Таблица 1

|   | Свинцово-кислотный аккумулятор | Литий-ионный аккумулятор | Суперконденсатор                                   |
|---|--------------------------------|--------------------------|--|
| Плотность энергии на единицу массы, Вт ч/кг | 30–40                          | 200                      | 4–12   |
| Рабочая температура, °С                     | –25 + 40                       | –20 + 50                 | –50 + 85   |
| Количество цикло в заряд-разряд             | 300                            | 1000                     | 500 000  |
| Внутреннее сопротивление, мОм               | 3–7                            | 0,39                     | 0,25–0,45  |
| Ток утечки, мА                              | 0,5–1                          | 0,2–0,5                  | 1–4  |
| Токсичность                                 | Тяжелые металлы                | Низкая токсичность       | Низкая токсичность кроме органических электролитов |
| Время зарядки                               | Часы                           | Часы                     | Секунды, минуты                                    |
| КПД, %                                      | 80–90                          | 90–95                    | 95–97  |

Суперконденсаторы характеризуются высокой эффективностью. Если современные аккумуляторы способны отдавать лишь порядка 60–70% электроэнергии, затраченной на их зарядку, то у суперконденсаторов этот показатель превышает 90%.

Работа аккумуляторов заключается в протекании обратимой химической реакции. В суперконденсаторе, напротив, отсутствуют какие – либо химические реакции. Накопление энергии происходит в результате концентрации электронов на поверхности электродов. Благодаря этому КПД составляет 95–97%.

Немаловажным преимуществом суперконденсаторов является огромный ресурс. У литиевых аккумуляторов существенная деградация наблюдается уже после нескольких сотен циклов заряда разряда. Суперконденсаторы же способны выдерживать без заметной деградации порядка нескольких сотен тысяч циклов.

Емкость суперконденсаторов исчисляется сотнями и тысячами фарад. Столь высокая емкость, достигается благодаря использованию электродов из активированного угля, позволяющего получить поверхность в сотни раз больше чем у обычных конденсаторов [2, с. 33].

Основными недостатками суперконденсаторов являются: небольшая плотность энергии на единицу массы и изменение номинального напряжения при разрядке. Решением проблемы низкой плотности энергии активно занимаются ученые, которые в течение последнего десятилетия добились в экспериментальных вариантах плотности энергии до 30 Вт ч/кг, используя графеновые электроды [3]. Для стабилизации напряжения и увеличения эффективности, возможно использование стабилизаторов.

Суперконденсаторы применяются в многочисленных устройствах радиоэлектроники и микроэлектроники как источники бесперебойного питания, обеспечивая стабильность при сбоях электроэнергии.

Активно распространяются модули суперконденсаторов для пуска дизельных и бензиновых двигателей.

Наиболее перспективные направления использования суперконденсаторов: городской транспорт, автомобилестроение, энергетика. В городском транспорте

и в электромобилях благодаря мгновенно заряжающим суперконденсаторам возможно использование энергии торможения. Время полной зарядки ограничивается только максимальным током зарядного устройства.

Использование суперконденсаторов в энергетике позволит значительно повысить качество электроэнергии [4, с. 55].

Суперконденсаторы благодаря уникальным характеристикам все более распространяются. Повышение плотности энергии и умеренная цена позволит значительно расширить сферу применения, включая энергетику и автомобилестроение.

### *Список литературы*

1. Boses., Kuila T., Mishra A.K., Rajasekar R., Kim N.H. and Lee J.H. Carbon – based nanostructured materials and their composites as supercapacitor electrodes // Journal of materials chemistry. – 2012. – V. 22. – №3. – P. 767–784.

2. Галперин В.А. Суперконденсатор на основе УНТ с использованием псевдоемкости тонких слоев оксидов металлов / В.А. Галперин, Е.П. Кицюк, А.М. Маркеев, А.Г. Черникова // Нано – и микросистемная техника. – 2014. – №6. – С. 33.

3. S.R.C.Vivekchand; Chandra Sekhar Rout, K.S.Subrahmanyam, A.Govindaraj and C.N.R.Rao (2008). «Graphene-based electrochemical supercapacitors». J. Chem. Sci., Indian Academy of Sciences 120, January 2008: 9–13.

4. Раубаль Е.В. Перспективы применения накопителей электроэнергии для сетей электроснабжения 0,4 кВ / Е.В. Раубаль, М.А. Рашевская, С.И. Гамазин, С.В. Логинов // Вестник МЭИ. –2013. – №3. – С. 55.