

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА НАКОПЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Угланов Д.А.<sup>1</sup>, Филинова А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, РФ, [Filinovanastasia@gmail.com](mailto:Filinovanastasia@gmail.com)

*Ключевые слова: накопители энергии, хранение электроэнергии, возобновляемые источники энергии, криогенные системы.*

В настоящее время с каждым днем растет потребность в электроэнергии как в России, так и во всем мире, с другой стороны, увеличивается и расширяется использование возобновляемых источников энергии, таких как энергия ветра, солнца или воды [1]. При этом истощаются запасы углеводородных полезных ископаемых, необходимых для получения электроэнергии, вырабатываемой на наиболее широко используемых для данной задачи теплоэлектростанциях (ТЭЦ).

За счет всё большей доли генерации, приходящейся на возобновляемые источники энергии установленная мощность таких генераторов электроэнергии значительно возросла за последние годы. Но использование возобновляемой генерации сопровождается такими недостатками, как непостоянство и не возможность контроля генерируемой электроэнергии, что обуславливает необходимость использования накопителей энергии. Разрабатываются новые технологии накопления энергии, которые сохраняют электроэнергию в периоды избыточного предложения, чтобы удовлетворить периоды высокого спроса.

Для крупномасштабного накопления энергии широко используются электромеханические и тепловые аккумуляторы, гидроаккумулирующие установки, маховики и технологии применения энергии сжатого воздуха, а также набирающие всё большее распространение криогенные системы аккумуляирования энергии.

Прогнозируется, что объем российского сегмента рынка систем накопления энергии к 2025 году может составить 8,6 млрд. долл. США в год, что даст экономике страны эффект в 11 млрд. долл. США [2].

Накопитель энергии – это устройство, принимающее, накапливающее и передающее энергию. Что касается накопителей электрической энергии, то все они потребляют внепиковую («дешевую») энергию, а отдают её в сеть в пиковый период по высокому тарифу, что окупает потери электроэнергии на технологический процесс.

Работу всех накопителей электрической энергии можно описать тремя этапами: зарядка системы, хранение, восстановление энергии.

На основании данных о технических характеристиках и капитальных затратах разных накопителей энергии, представленных в [6], произведен сравнительный анализ трех видов накопителей энергии (литий-ионный, аккумуляирование энергии сжатого воздуха, криогенная система аккумуляирования энергии) для объекта жизнедеятельности человека с исходными данными: время разряда системы аккумуляирования энергии –  $t=8$ ч, требуемая мощность – 35кВт.

Согласно произведенным расчетным исследованиям самой экономически выгодной системой аккумуляирования энергии для заданного объекта бытового назначения является криогенная система аккумуляирования энергии. Помимо технических характеристик и капитальных затрат стоит также отметить, что криогенная система аккумуляирования энергии также является приоритетной технологией по следующим критериям: срок службы (литий-ионный 5-15 лет, аккумуляирование энергии сжатого воздуха 20-40 лет, криогенная система аккумуляирования энергии 20-40 лет), количество циклов перезарядки (литий-ионный от 1 000 до 10 000, аккумуляирование энергии сжатого воздуха неограниченно, криогенная система аккумуляирования энергии неограниченно). Кроме прочего криогенная система аккумуляирования энергии не оказывает загрязняющего воздействия на окружающую среду [6].

**Вывод:**

Согласно произведенному анализу существующих систем аккумулирования энергии можно сделать вывод о большой перспективности данных технологий, многие из которых еще не реализовали свой потенциал в полной мере, в особенности криогенные системы. Накопители электрической энергии смогут решить такие важные задачи, как выравнивание пиковой нагрузки и обеспечения устойчивости ее подачи при использовании возобновляемых источников энергии.

#### **Благодарности**

Результаты работы получены с использованием оборудования центра коллективного пользования «Межкафедральный учебно-производственный научный центр САМ-технологий» при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № 0777-2020-0019).

#### **Список литературы:**

1. C. Damak, D. Leducq and H.M. Hoang et al. Liquid Air Energy Storage (LAES) as a large-scale storage technology for renewable energy integration – A review of investigation studies and near perspectives of LAES // International Journal of Refrigeration. 2020. Vol. 110. P. 208–218.
2. Экспертно-аналитический доклад «Рынок систем накопления электроэнергии в России: Потенциал развития» под ред. Ю. Удальцова, Д. Холкина
3. Chi-Jen Yang Chapter 2 Pumped Hydroelectric Storage // Storing Energy. 2016. P. 25-38
4. M. Dooner, J. Wang Compressed-Air Energy Storage// Future Energy (Third Edition). 2020. P. 279-312
5. D. Erdemir, I. Dincer Assessment of Renewable Energy-Driven and Flywheel Integrated Fast-Charging Station for Electric Buses: A Case Study // Journal of Energy Storage. 2020. V. 30. 101576.
6. H. Chen, T. N. Cong and W. Yang et al. Ding Progress in electrical energy storage system: A critical review // Progress in Natural Science. 2009. V.19. P. 291-312.

#### **Сведения об авторах**

Угланов Дмитрий Александрович, к.т.н, доцент, ведущий научный сотрудник. Область научных интересов: криогенные системы, рабочие процессы тепловых и холодильных машин, бортовая энергетика, энергосбережение

Филинова Анастасия Сергеевна, инженер. Область научных интересов: криогенные системы, рабочие процессы тепловых и холодильных машин, бортовая энергетика, энергосбережение

### **SELECTION OF THE OPTIMAL METHOD OF ACCUMULATION AND STORAGE OF ELECTRICITY**

Uglanov D.A.<sup>1</sup>, Filinova A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara National Research University, Samara, Russia, [Filinovanastasia@gmail.com](mailto:Filinovanastasia@gmail.com)

*Keywords: energy storage, storage of electricity, renewable energy sources, cryogenic systems*

This paper compares energy storage systems (lithium-ion, compressed air energy storage, cryogenic energy storage system) for an object of human life.