

УДК 621.311.2

Гимадеев Руслан Эдуардович, студент бакалавриата, Казанский
государственный энергетический университет, г. Казань

e-mail: gimadeev-r@bk.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАКОПЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассматриваются основные предпосылки анализа и разработки новых технологий в области систем накопления и хранения электрической энергии. Непрерывное и стабильное, качественное энергоснабжение является важнейшей задачей современной электроэнергетики, которая сегодня сталкивается с новыми вызовами: глобальными цифровыми трендами и экологическими проблемами, требующими незамедлительных решений. Системы накопления электроэнергии решают проблемы дисбаланса между выработанной и потреблённой электроэнергией, обеспечивают надёжность энергетической системы, а также снижают потери энергии. Среди современных технологий накопления электроэнергии можно выделить химические аккумуляторы и сжатие воздуха.

Annotation. The article discusses the main prerequisites for the analysis and development of new technologies in the field of electric energy storage and storage systems. Continuous and stable, high-quality energy supply is the most important task of the modern electric power industry, which today is facing new challenges: global digital trends and environmental problems that require immediate solutions. Energy storage systems solve the problems of imbalance between generated and consumed electricity, ensure the reliability of the energy system, and reduce energy losses. Chemical accumulators and air compression can be distinguished among modern energy storage technologies.

Ключевые слова: электроэнергия, аккумуляторы, хранение электроэнергии, надёжность энергосистемы, накопители.

Keywords: electric power, accumulators, electric power storage, reliability of the energy system, storage devices.

Современная электроэнергетика подвержена непрерывным изменениям и вызовам, одним из которых является накопление и хранение электрической энергии ввиду глобальных проблем и роста спроса на электрическую энергию. Действительно, недостаточно лишь производить электроэнергию, важно аккумулировать её. Сегодня не представляется возможным создание новых инновационных технологий, таких как искусственный интеллект или большие данные, без максимально рациональных решений по вопросам накопления электрической энергии. Необходимость внедрения эффективных решений для успешного накопления и хранения электроэнергии обусловлена рядом причин. Во-первых, новые решения предотвращают дисбаланс между вырабатываемой и потребляемой электроэнергией в энергосистеме. Во-вторых, уникальные накопительные устройства позволяют сократить уровень потерь электроэнергии, которые будут компенсироваться благодаря перераспределению энергии с помощью новых устройств. В-третьих, именно инновационные и технологичные устройства накопления и хранения электроэнергии могут обеспечить высокий уровень надёжности и автономии энергетических систем, что особенно значимо в условиях повышающегося спроса на электроэнергию. Также важно упомянуть о связи подобных устройств с возобновляемыми источниками энергии, являющимися сильно зависимыми от условий окружающей среды. Действительно, количество выработанной энергии резко сокращается при слабом ветре или отсутствии солнечных лучей, а потребность в электрической энергии непрерывна. Именно поэтому необходимо создавать устройства, которые позволяют аккумулировать излишки электроэнергии, полученные во время активной генерации. Эти причины обуславливают необходимость анализа и разработки

современных технологичных устройств накопления и хранения электроэнергии, играющей огромную роль в жизнедеятельности всего человечества. Таким образом, применение и разработка уникальных систем накопления и хранения энергии решает огромное количество задач функционирования современной электроэнергетики: аккумуляция энергии из возобновляемых источников; регулировка напряжения с целью снижения потерь; повышение качества и надёжности электроснабжения и т.п. [1, с. 17].

Первостепенной задачей учёных в рамках решения важнейших вопросов современной электроэнергетики является разработка таких накопительных устройств, которые будут способны хранить огромное количество энергии, при этом их длительность работы должна увеличиваться, а производство таких аккумуляторов должно быть бюджетным. Также, безусловно, ввиду сохраняющихся глобальных проблем человечества и распространяющихся мировых трендов необходимо делать упор на экологию и зелёную энергетику. Итак, ввиду использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии, а также локальных электрических сетей (обособленные электрические сети небольшой протяжённости, которые используются для электроснабжения небольших промышленных предприятий и различных объектов), необходимо решать проблемы дисбаланса выработки и потребления электроэнергии, а также вопросы сглаживания пиковых нагрузок. Для этого был разработан электромагнитный способ хранения энергии. Он связан с тем, что энергия, которая приобретается от внешнего источника, например, от возобновляемого источника энергии, заряжает пластины конденсатора. Это говорит о том, что значительно возрастает удельная плотность конденсатора (или же суперконденсатора) с обычной плотности $0,05 - 5 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ до $2,5 - 15 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$. В подобной сверхпроводящей системе электроэнергия долгий период времени сохраняется в виде магнитного поля благодаря магнитному току, который проходит через катушку и охлаждается до криогенной температуры [2, с. 34].

К современным инновационным технологиям накопления и хранения электроэнергии сегодня можно отнести химические аккумуляторы. Одними из самых распространённых аккумуляторов из данного сегмента являются литий-ионные и свинцово-кислотные, используемые в разнообразных бытовых устройствах, а также в больших стационарных устройствах. Преимущества подобных накопителей: высокий уровень плотности энергии; способность быстро реагировать на различные изменения в нагрузках; долговечность. К недостаткам относится следующее: необходимость непрерывного и регулярного обслуживания; достаточно высокая цена аккумуляторов [3].

Сжатие воздуха, или же «Compressed Air Energy Storage, CAES» – ещё одна современная технология накопления и хранения электроэнергии. Благодаря этой системе происходит сохранение электроэнергии с помощью сжатия воздуха в специализированные ёмкости: воздух расширяется, вращая турбину генератора. Подобные системы также называют криогенными системами хранения энергии. Преимуществами таких систем является то, что им не требуется значительного места, а также в системе не используются токсичные материалы, именно поэтому разрешено размещение устройств вблизи потребителей. В «CAES» используется жидкий воздух как концентрированная среда, которая аккумулирует и хранит электроэнергию, которую можно получить при помощи охлаждения атмосферного воздуха до температуры примерно -190 градусов Цельсия. Такие системы являются максимально экологичными. Компания «Highview Power» впервые в 2018 году ввела в эксплуатацию подобную установку «LAES» в Манчестере мощностью 5 МВт. Сейчас это предприятие разрабатывает системы мощностью 50 МВт и даже больше [4, с. 22].

Применение современных технологий накопления и хранения электроэнергии наблюдается в различных сферах деятельности человека. Например, в автомобильной индустрии аккумуляторы важны в развитии электрического транспорта, положительно влияющего на общее состояние экологии окружающей среды. На крупных предприятиях промышленности

такие системы необходимы для снижения пиковых нагрузок и устранения перебоев. Стоит также упомянуть и коммунальную энергетику: новые технологии накопления энергии позволяют сглаживать суточные колебания нагрузок энергетической системы. Также системы накопления энергии используются в качестве метода повышения надёжности электроснабжения, в том числе, важных категорий потребителей, перерыв в снабжении которых может привести к неблагоприятным последствиям [5].

Таким образом, благодаря новым технологиям в системах накопления и хранения электроэнергии происходит решение важнейших проблем, касающихся современной электроэнергетики. Улучшается стабильность и надёжность энергетической системы, повышается качество электроэнергии, регулируются нагрузки, а также устраняются перебои. Именно эти устройства поддерживают баланс энергетической системы и помогают в решении глобальных экологических проблем.

Список литературы

1. Визгалов С. В., Шарапов И. И., Хисамеев И. Г. Системы хранения энергии на основе криогенных технологий сжижения воздуха. // Вестник Международной академии холода. 2022. № 2. С. 21–26. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-2-21-26.
2. Игнатов С. Накопители энергии: технологии и тренды / Игнатов С. [Электронный ресурс] // marketelectro.ru : [сайт]. — URL: <https://marketelectro.ru/node/nakopiteli-energii-tekhnologii-i-trendy> (дата обращения: 01.06.2025).
3. Каманина М. А., Демидова А. М., Охлопков Д. О. Перспективы применения систем накопления энергии // Вестник науки. 2023. №7 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-sistem-nakopleniya-energii> (дата обращения: 30.05.2025).

4. Кравченко Е. В. Обзор современных технологий накопления энергии // Компетентность. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-tehnologiy-nakopleniya-energii> (дата обращения: 30.06.2025).
5. Современные накопители электрической энергии / [Электронный ресурс] // Энергетик.ру : [сайт]. — URL: <https://energetek.ru/knowledge-base/stati/2713-energy-storage> (дата обращения: 31.06.2025).

References

1. Vizgalov S. V., Sharapov I. I., Khisameev I. G. Energy storage systems based on cryogenic air liquefaction technologies. // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2022. No. 2. pp. 21-26. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-2-21-26.
2. Ignatov S. Energy storage: technologies and trends / Ignatov S. [Electronic resource] // marketelectro.ru : [website]. — URL: <https://marketelectro.ru/node/nakopiteli-energii-tekhnologii-i-trendy> (date of request: 06/01/2025).
3. Kamanina M. A., Demidova A.M., Okhlopkov D. O. Prospects for the application of energy storage systems // Bulletin of Science. 2023. No. 7 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-sistem-nakopleniya-energii> (date of request: 30.05.2025).
4. Kravchenko E. V. Review of modern energy storage technologies // Competence. 2023. No. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-tehnologiy-nakopleniya-energii> (date of request: 30.06.2025).
- 5.. Modern electric energy storage devices / [Electronic resource] // The power engineer.<url> : [website]. — URL: <https://energetek.ru/knowledge-base/stati/2713-energy-storage> (date of request: 06/31/2025).