

УДК 621.315

**АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
THERMAL AND ELECTRIC ENERGY ACCUMULATION**

К.А. Мельник, Д.О. Маер, М.Д. Сытая
Научный руководитель – В.А. Романко, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
K. Melnik, D. Maer, M. Sytaya
Supervisor – V. Romanco, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: в статье рассмотрены принципы, способы и варианты применения технологии и способы аккумулирования тепловой и электрической энергии.

Abstract: The article discusses the principles, methods and options for using technology and methods for accumulating thermal and electrical energy.

Ключевые слова: аккумулирование, энергия, аккумуляторы, тепловые насосы, суперконденсаторы, гидроаккумуляторы.

Keywords: storage, energy, batteries, heat pumps, supercapacitors, hydraulic accumulators.

Введение

Аккумулирование энергии – это важнейший аспект современных энергетических систем, который становится все более актуальным в свете нарастающих вызовов, связанных с устойчивостью и эффективностью энергоснабжения. В мире, где потребление энергии постоянно растет, а необходимость в переходе к более чистым источникам становится неотъемлемой, аккумулирование как тепловой, так и электрической энергии играет важнейшую роль в обеспечении надежности и экологической устойчивости энергетических систем.

Основная часть

Аккумулирование тепловой энергии:

Тепловая энергия может быть накоплена и сохранена для будущего использования через различные технологии и системы. Одним из наиболее распространенных способов аккумулирования тепловой энергии является использование тепловых аккумуляторов, которые могут хранить тепло в виде теплоносителя (например, воды, масла или солей) и освободить его по запросу для поддержания тепла в зданиях, производственных процессах и других приложениях. Такие системы позволяют эффективно управлять энергопотреблением и снижать затраты на отопление.

Аккумулирование тепловой энергии может быть выполнено различными способами:

Тепловые аккумуляторы: эти устройства используют материалы с высокой теплоемкостью, такие как соли или солевые растворы, для хранения тепла и его последующего освобождения. Тепловые аккумуляторы могут использоваться для поддержания комфортной температуры в зданиях или для промышленных процессов [1].

Один из примеров реальных тепловых аккумуляторов – это массовое использование солевых аккумуляторов для аккумуляции тепла в солнечных энергетических системах. Эти устройства используют соли, такие как галит и калийнитрат, для хранения тепла и его последующей передачи в системы отопления или горячего водоснабжения. Вот как это работает:

Поглощение тепла: в солнечных коллекторах, установленных на крыше здания или в специально оборудованных полях, собирается солнечная энергия. Эта энергия используется для нагрева солей в тепловом резервуаре.

Хранение тепла: после того как соли нагреются до высокой температуры, они хранят тепло в изолированном резервуаре. Изоляция помогает предотвратить потерю тепла и сохранить его до тех пор, пока не потребуется дополнительное отопление или горячая вода.

Высвобождение тепла: когда требуется дополнительное тепло (например, вечером или ночью, когда солнечная активность низкая), тепловой аккумулятор может освобождать тепло из солей в систему отопления или горячего водоснабжения. Это позволяет использовать солнечную энергию даже тогда, когда солнце не светит.

Такие тепловые аккумуляторы широко применяются в солнечных теплоснабжающих системах для домов, предприятий и индустрии. Они помогают снизить энергозатраты на отопление и горячее водоснабжение, а также способствуют уменьшению зависимости от ископаемых топлив и снижению выбросов парниковых газов [2].

Тепловые насосы: тепловые насосы могут извлекать тепло из окружающей среды или из низкотемпературных источников и повышать его температуру для использования в системах отопления или горячего водоснабжения [1].

Концепция работы теплового насоса основана на принципе переноса тепла из одной среды в другую с использованием механической работы. Давайте рассмотрим пример работы воздушного теплового насоса, который используется для обогрева помещений:

Впуск тепла из окружающей среды: воздушный тепловой насос начинает работать с впуска холодного воздуха из окружающей среды с помощью вентилятора. Этот воздух содержит некоторое количество тепла, даже если он кажется холодным.

Сжатие и нагрев хладагента: воздушный насос использует компрессор, чтобы сжать газообразный хладагент, который циркулирует в системе. Сжатие делает хладагент гораздо горячее, чем окружающий воздух.

Отдача тепла внутри помещения: сжатый и нагретый хладагент проходит через конденсатор, который находится внутри помещения. Здесь хладагент отдаёт свое тепло воздуху, который затем циркулирует по обогреваемым помещениям, повышая температуру внутри.

Расширение и охлаждение хладагента: после передачи тепла хладагент расширяется в клапане и становится намного холоднее. Это подготавливает его к циклу, чтобы вновь впитать тепло из окружающей среды.

Вывод холодного воздуха: оставшийся холодный хладагент циркулирует через испаритель, где он принимает тепло из воздуха, возвращаясь в начальное состояние и готовый для нового цикла.

Таким образом, тепловой насос преобразует холодный воздух из окружающей среды в теплый воздух для отопления помещений. Его работа основывается на принципе термодинамического цикла и позволяет достичь высокой эффективности при обогреве, потребляя гораздо меньше электроэнергии, чем традиционные электрические обогреватели. Тепловые насосы широко применяются для отопления жилых домов, коммерческих зданий и даже для обогрева воды.

Аккумуляция электрической энергии:

Электрическая энергия также может быть аккумулярована для последующего использования. Этот процесс известен как электроаккумуляция или электрическое хранение энергии. Существует несколько технологий для аккумуляции электрической энергии, включая батарейные системы, суперконденсаторы, гидроаккумуляторы и другие. Эти устройства могут хранить избыточную электроэнергию, полученную из возобновляемых источников, таких как солнечные панели и ветрогенераторы, и отпускать ее, когда это необходимо, для питания электроустройств и сетей [1].

Вот некоторые из наиболее распространенных методов аккумуляции электрической энергии [3]:

- Батарейные системы: Батареи, такие как литий-ионные или ванадиевые батареи, могут хранить электроэнергию и освободить ее по мере необходимости. Они широко используются в мобильных устройствах и электромобилях, а также в домашних и промышленных системах хранения энергии.
- Суперконденсаторы: Эти устройства способны хранить электроэнергию в форме электростатической энергии и обеспечивают высокую производительность при быстрой зарядке и разрядке. Они находят применение в энергетических системах с высокой мощностью.
- Гидроаккумуляторы: Эта технология использует гидравлические системы для хранения и высвобождения электроэнергии. Она может быть особенно полезной для сезонного аккумуляции энергии.

Существует множество различных батарейных систем для аккумуляции электрической энергии, которые используются в разных приложениях. Вот несколько примеров [3]:

- Литий-ионные батареи (*Li-ion*): Эти батареи широко используются в мобильных устройствах, но также находят применение в электрических автомобилях и домашних системах хранения энергии. Например, Tesla Powerwall – это домашняя батарейная система, которая позволяет владельцам домов аккумуляровать электрическую энергию, полученную из солнечных панелей или из сети, для использования в периоды пикового спроса или при отключении электропитания.
- Ванадиевые красные окисные батареи (VRFB): Эти батареи основаны на использовании растворов ванадия и характеризуются высокой

производительностью и долгим сроком службы. Они часто используются для коммерческих и промышленных систем хранения энергии, а также для стабилизации сети и резервирования энергии.

- Суперконденсаторы: Суперконденсаторы обладают высокой производительностью при быстрой зарядке и разрядке, что делает их идеальными для высокоэффективных приложений, таких как рекуперация энергии в транспортных средствах. Они могут использоваться для аккумулялирования энергии при торможении автомобиля и затем освобождения этой энергии при ускорении.
- Литий-сернистые батареи (*Li-S*): Эти батареи находятся в стадии разработки, но обещают значительно увеличить плотность энергии и снизить стоимость батарейных систем. Они могут использоваться в электрических автомобилях и стационарных системах хранения энергии.
- Никель-кадмиевые батареи (*Ni-Cd*): Эти батареи имеют высокую стойкость к перезарядке и долгий срок службы. Они часто используются в авиации и железнодорожном транспорте для бортового электропитания.
- Это всего лишь несколько примеров разнообразных батарейных систем аккумулялирования электрической энергии, и рынок продолжает развиваться, внедряя новые технологии и улучшая существующие. Эти системы играют ключевую роль в энергосберегающих и возобновляемых энергетических системах, а также в сокращении выбросов парниковых газов.

В отличие от батарейных систем и суперконденсаторов, в устройстве аккумулялирования с помощью гидроаккумуляторов, заложена абсолютно другая концепция: когда существует избыток электроэнергии в сети (например, из-за высокой производительности ветряных генераторов или солнечных панелей), гидроаккумулятор поднимает весовой блок или плунжер, позволяя затратить лишнюю энергию на это механическое действие. Когда потребность в электроэнергии возрастает, весовой блок или плунжер опускаются в воду, что приводит к вращению электрогенератора и генерации электроэнергии.

Гидроаккумуляторы могут использоваться для хранения энергии из возобновляемых источников, резервирования энергии во времена пикового спроса и обеспечения стабильности электроснабжения. Они являются одной из форм энергетического хранения, которая помогает балансировать электросети и повышать их надежность [1].

Рассмотрим некоторые причины развития и использования современных методов аккумулялирования тепловой и электрической энергии [4]:

- Увеличение энергетической эффективности: Аккумулялирование энергии позволяет более эффективно использовать энергетические ресурсы. Это особенно важно в условиях повышающегося спроса на энергию и ограниченных запасов топлива.
- Интеграция возобновляемых источников энергии: Энергия от солнечных батарей и ветряных турбин может быть непостоянной. Аккумулялирование энергии позволяет сохранять электроэнергию, полученную из

- возобновляемых источников, для использования во времена отсутствия солнечной или ветряной активности.
- Снижение зависимости от ископаемых топлив: Аккумулирование энергии способствует снижению зависимости от ископаемых топлив, что важно для сокращения выбросов парниковых газов и борьбы с изменением климата.
 - Повышение надежности энергосистем: Аккумулирование энергии может использоваться для резервирования электрических сетей и обеспечения энергетической надежности в случае аварий или отключений.
 - Экономические выгоды: Использование аккумулированной энергии может снизить расходы на электроэнергию и отопление, что экономически выгодно для потребителей.

Заключение

В заключение, аккумулирование тепловой и электрической энергии представляет собой важную и актуальную технологию, которая играет ключевую роль в современных энергетических системах. Мы рассмотрели различные методы аккумулирования энергии, примеры устройств и их практическое применение.

В области аккумулирования тепловой энергии были представлены тепловые аккумуляторы и тепловые насосы, которые позволяют эффективно управлять энергопотреблением и использовать возобновляемые источники тепла.

В контексте аккумулирования электрической энергии были рассмотрены различные типы батарейных систем, включая литий-ионные батареи, ванадиевые красные окисные батареи, суперконденсаторы и другие. Эти системы используются для хранения избыточной электроэнергии из возобновляемых источников, резервирования энергии для пикового спроса и обеспечения стабильности электроснабжения.

Аккумулирование энергии имеет ряд важных преимуществ, включая увеличение энергетической эффективности, интеграцию возобновляемых источников, снижение зависимости от ископаемых топлив, повышение надежности энергосистем и экономические выгоды.

В целом, аккумулирование тепловой и электрической энергии играет критическую роль в обеспечении устойчивости, эффективности и экологической чистоты современных энергетических систем. С развитием технологий и увеличением осведомленности о необходимости устойчивости и сокращения выбросов парниковых газов, аккумулирование энергии продолжит развиваться и улучшаться, способствуя созданию более устойчивого и чистого энергетического будущего.

Литература

1. Thermal energy storage: systems and applications / Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen. – 2nd ed. p. cm. Rev. ed. of: Thermal energy storage system and applications / [edited by] Ibrahim Dincer, and Mark Rose. – C2002. – 621 p.
2. Тепловое аккумулирование энергии – 2-е изд., перераб. и доп. / Г. Бекман; Под ред. Г. Бекман, П. Гилли. – М.: Издательство «Мир», 1987. – 272с.
3. Преобразование, передача и аккумулирование энергии / Б. Соренсен. – М.: Издательство «Интеллект», 2011. – 296 с.
4. Аккумулирование энергии – технология, которая перевернет энергетику [Электронный ресурс] / Аккумулирование энергии – технология, которая перевернет энергетику. – Режим доступа: <https://www.tehnohacker.ru/tehnologii/akkumulirovanie-energii-tehnologiya-kotoraya-perevernet-energetiku/>. – Дата доступа: 01.10.2023.