

УДК 621.311

АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ELECTRIC ENERGY STORAGE

П.И. РЫМКО

Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

jte@tut.by

P. Rymko

Supervisor – T. Zhukovskaya, Senior Lecturer

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: *какие способы сохранения энергии есть. Сможет ли песчаная батарея хранить избыточную энергию солнца и ветра. Перспективы песчаной батареи. Как и каким методом Республика Беларусь решает вопрос с аккумулярованием энергии необходимым для обеспечения постоянной работы АЭС в базовом режиме. Все эти вопросы рассматриваются в данной статье.*

Ключевые слова: *Аккумулярование, компания Vatajankoski, песчаная батарея, АЭС, электростанция PARAT Halvorsen AS*

Abstract: *What ways to conserve energy are there. Will the sandy battery be able to store excess energy from the sun and wind. Sand battery prospects. How and by what method the Republic of Belarus solves the issue of energy accumulation necessary to ensure the constant operation of the NPP in the basic mode. All of these issues are covered in this article.*

Keywords: *Accumulation, company Vatajankoski, sand battery, NPP, electric boiler PARAT Halvorsen AS*

Введение

Будущее энергетики всегда связывали с потребностью эффективно накапливать мощности и использовать их по мере необходимости. Человечество постоянно ищет способы сохранения энергии. Среди них: литий-ионные аккумуляторы, газовые хранилища, гидроаккумулялирующие электростанции и гравитационные системы хранения энергии. У всех вариантов есть свои преимущества и недостатки, поэтому ученые не перестают искать новые технологии и способы. Например, хранить энергию, буквально, в песке. Как первая в мире коммерческая песчаная батарея, установленная в Финляндии может изменить правила игры в хранении зеленой энергии?

Основная часть

«Песчаная батарея» – это высокотемпературный накопитель тепловой энергии, в котором в качестве среды хранения используется песок или подобные ему материалы (рисунок 1). Он хранит энергию в песке в виде тепла. Его основное предназначение – работать в качестве мощного и вместительного резервуара для избыточной энергии ветра и солнца. Энергия хранится в виде тепла, которое можно использовать для обогрева домов или для обеспечения горя-

чего пара и высокотемпературного технологического тепла для отраслей промышленности, которые часто зависят от ископаемого топлива.



Рисунок 1 – Песчаная батарея

По мере того, как мир переходит к все более и более высокой доле возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии, прерывистый характер этих источников энергии создает проблемы для энергетических сетей. Песчаная батарея помогает амбициозно увеличить производство возобновляемых источников энергии, гарантируя, что всегда есть способ извлечь выгоду из чистой энергии, даже если излишки огромны.

Первая в мире коммерческая песчаная батарея находится в городе Канканпяя, Западная Финляндия. Она подключена к сети централизованного теплоснабжения и обогревает жилые и коммерческие здания, такие как частные дома и муниципальный бассейн. Сеть централизованного теплоснабжения находится в ведении энергетической компании Vatajankoski [1].

Инновационное решение позволяет использовать солнечную или ветровую энергию до 100 % от потребности в отоплении и электричестве. В основе решения лежит запатентованный высокотемпературный крупномасштабный накопитель тепла. Используют очень горячий песок в качестве носителя, преобразовывают электричество в тепло и сохраняют его для последующего использования. Используют песок в качестве среды хранения, что обеспечивает безопасную эксплуатацию и естественный баланс в цикле хранения. Кроме того, песок является дешевым и распространенным материалом, который можно нагревать до 1000 °C и даже выше.

Многие твердые материалы, такие как песок, можно нагревать до температур, намного превышающих точку кипения воды. Аккумуляторы тепла на основе песка могут хранить в несколько раз больше энергии, чем в резервуаре с водой аналогичного размера; это благодаря большому диапазону температур, допускаемому песком. Таким образом, он экономит место и позволяет универсально использовать его во многих промышленных приложениях. Какой песок

использует компания? Аккумуляция тепла не очень чувствительна к размеру песчинок. Компания Vatajankoski предпочитает недорогие материалы высокой плотности, которые не являются дефицитными. Компания предпочитает использовать материалы и размеры зерна, которые не подходят для строительной отрасли.

Внутри песка стоит своя запатентованная система теплопередачи, которая обеспечивает эффективную передачу энергии в хранилище и обратно. Надлежащая изоляция между хранилищем и окружающей средой обеспечивает длительный срок хранения, до нескольких месяцев, с минимальными потерями тепла. Объем хранилищ варьируется от десятков до тысяч кубометров. Хранилище можно разместить под землей, оставив при этом минимальное пространство на часто высоко ценимых квадратных метрах на строительных площадках.

Чистая энергия с минимальными выбросами. Выбросы CO₂ от теплоаккумулятора представляют собой встроенные выбросы от строительных материалов на этапе строительства. Поскольку эти встроенные выбросы теплоаккумулятора PHE незначительны, выбросы произведенного тепла в основном связаны с источником электроэнергии. Можно сказать, что тепло, взятое из нашего хранилища, такое же чистое, как и электроэнергия, подаваемая в хранилище.

Аккумуляция тепла всегда является частью энергосистемы, будь то тепловая сеть отдельного здания, крупная сеть централизованного теплоснабжения или автономная система электроснабжения и отопления завода или даже острова. В настоящее время компании реализовано два продукта. На данный момент они могут предложить систему накопления тепла мощностью 2 МВт тепловой мощностью 300 МВтч или мощностью 19 МВт тепловой мощностью 1000 МВтч. Система накопления тепла масштабируется для различных целей, и в будущем компания планирует расширить ассортимент продукции.

Хранилища разработаны на основе моделирования с использованием программного обеспечения COM50E. Разрабатывают системы с использованием трехмерных моделей нестационарного теплопереноса и реальных входных и выходных данных.

Компания спроектировала и построила свой первый коммерческий аккумулятор тепла на основе песка для Ватаянкоски, энергетической компании, расположенной в Западной Финляндии. Он будет обеспечивать теплом сеть централизованного теплоснабжения Ватаянкоски в Канкаанпяя, Финляндия. Тепловая мощность хранилища составляет 100 кВт, а мощность - 8 МВтч. Полномасштабное использование хранилища началось 20 января 2023 года.

У компании уже есть опытный образец мощностью 3 МВтч в районе Хиеданранте, Тампере. Он подключен к местной сети централизованного теплоснабжения и обеспечивает теплом несколько зданий. Экспериментальный проект позволяет проводить тестирование, проверку и оптимизацию решения по аккумуляции тепла. В экспериментальном проекте энергия частично поступает от массива солнечных панелей площадью 100 квадратных метров, а частично – из электрической сети.

Vatajankoski обслуживает широкий спектр различных предприятий и отраслей. Например, энергетические компании, операторы жилых и коммерче-

ских зданий, продукты питания и напитки, текстиль и одежда, химия и фармацевтика, производство металлов, целлюлозно-бумажная промышленность и другие отрасли.

Цифры хранилища: температура до 600-1000 градусов цельсия, номинальная мощность до 100 МВт, мощность до 20ГВтч, эффективность до 95%, цикл хранения энергии от часов до месяцев, срок службы 10 лет, Инвестиционные затраты <10 евро/кВтч емкости хранения, отсутствия ядовитых или опасных материалов, минимальные выбросы, эксплуатационные расходы минимальные, без расходных материалов, полностью автоматизированы [2].

В настоящее время во многих развитых странах все чаще просматривается тенденция, направленная на увеличение доли возобновляемой энергии в энергетическом балансе, что в первую очередь связано с решением полного отказа от использования угля в энергетических целях (Дания, Германия). Большинство возобновляемых энергоисточников (в первую очередь ветро- и солнечные установки) не способны обеспечивать базовую нагрузку энергопотребления из-за специфики выработки электроэнергии (ЭЭ), что делает крайне актуальным поиск различных технических решений по созданию систем аккумулирования энергии. Со схожей проблемой также сталкиваются страны с высокой долей атомной энергии в энергетическом балансе, для которых системы аккумулирования энергии необходимы для обеспечения постоянной работы АЭС в базовом режиме. Именно такую задачу необходимо будут решать в Республике Беларусь, в связи с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС.

Существует несколько принципиально различных направлений в технологиях хранения электроэнергии (маховичные накопители, аккумуляторные батареи, газозвоздушные аккумулирующие станции, гидроаккумулирующие электростанции, водородные системы, и т.д.), каждое из которых находится на различном этапе развития и промышленной адаптации.

Одним из популярных направлений является применение технологий по использованию электроэнергии для покрытия тепловых нагрузок (power-to-heat) в системах централизованного и децентрализованного теплоснабжения.

В качестве приоритетных технологий рассматриваются применение тепловых насосов и электродкотлов совместно с аккумулированием тепловой энергии. С энергетической точки зрения применение компрессионных теплонасосных установок (ТНУ) более привлекательно, однако их удельная стоимость в 3-4 раза превышает стоимость электродкотлов. Данное обстоятельство делает обе технологии конкурентными в энергосистемах с большой долей электроэнергии, получаемой от возобновляемых источников или АЭС. Очевидно, что ТНУ необходимо использовать как базовый источник теплоты с большим числом часов использования установленной мощности, в то время как электродкотлы могут быть выгодны даже при работе 500-1000 часов в году.

В настоящее время в Республике Беларусь также планируется широкое применение электродкотлов совместно с баками-аккумуляторами сетевой воды. В первую очередь, это планируется реализовать на крупных ТЭЦ для повышения их регулировочного диапазона, а также крупных котельных для прямого использования электроэнергии в системах отопления и горячего водоснабже-

ния. Общий объем электрокотлов, необходимых к установке на ТЭС и котельных ГПО «Белэнерго», оценивается величиной до 985 МВт, а на источниках иной ведомственной принадлежности – порядка 200 МВт.

Также электрокотлы, которые в течение 30 секунд могут изменить свою нагрузку от минимальной до максимальной, могут использоваться для первичного регулирования частоты энергосистемы. Пример такого использования показан на рисунке 2.

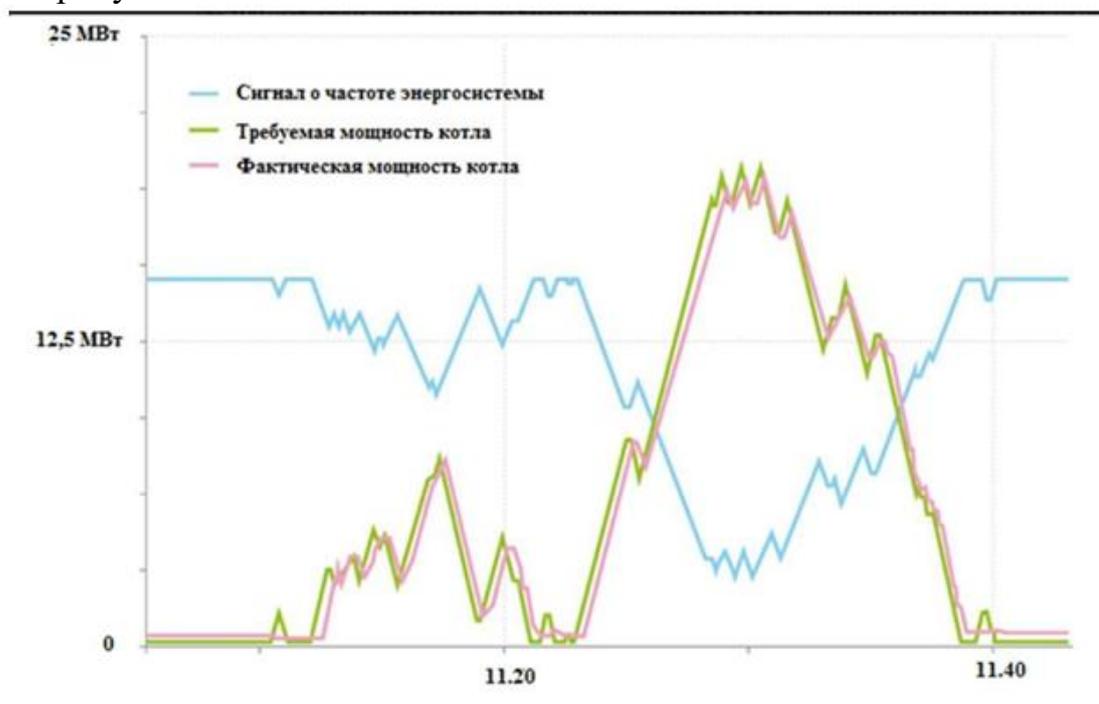


Рисунок 2 – График мощности

Акваэкология представляет на белорусском рынке электрокотлы производства норвежской компании PARAT Halvorsen AS (рисунок 3), ведущего поставщика решений в области тепло- и пароснабжения. Основная специализация производителя – изготовление электродных водогрейных и паровых котлов. Электрокотлы Parat мощностью от 4 до 40 МВт широко используются в энергосистемах стран Скандинавии, Германии, Италии и за это время зарекомендовали себя наилучшим образом [3].

Отличительными характеристиками котлов производства Parat являются:

- применение котловой воды с электропроводностью менее 3 мкс/см(допускается 6 мкс/см);
- раз в год осуществляется остановка на 3 дня для проверки и осмотра согласно регламенту производителя;
- нет износа электродов при нормальной эксплуатации;
- комплект расходных материалов для ТО: прокладки на люки-лазы, фарфоровые изоляторы, прокладки на фланцевые соединения;
- капитальный ремонт в течение эксплуатации не требуется;
- обучение персонала проводится в течение 2 дней при монтаже и пусконаладке оборудования;
- регулирование мощности и температуры не требует установки дополнительных насосов циркуляции и защитных экранов;



Рисунок 3 – Электрокотёл PARAT Halvorsen AS

Заключение

Данное открытие – аккумулялирование тепла с помощью песчаных батарей, действительно, нужное и весомое, так как открытие является практически чистым продуктом и не несет вред окружающей среде, позволяет увеличить производство возобновляемых источников энергии, аккумулялировать солнечную или ветровую энергию до 100% и в дальнейшем использовании энергии в отоплении и электричестве. Широкое применение электрокотлов совместно с баками-аккумуляторами сетевой воды на ТЭС и котельных ГПО «Белэнерго» Республики Беларусь необходимы для обеспечения постоянной работы АЭС в базовом режиме а также для прямого использования электроэнергии в системах отопления и горячего водоснабжения.

Литература

1. BBS news [Электронный ресурс]/ Изменение климата: «Песчаная батарея». – Режим доступа: <https://www.bbc.com/news/science-environment-6199652>. – Дата доступа: 14.03.2023
2. Polar night energy [Электронный ресурс]/ Sand Battery. – Режим доступа: <https://polarnightenergy.fi/sand-battery/>. – Дата доступа: 14.03.2023.
3. Аквэкология [Электронный ресурс]/ Применение электрокотлов в системах теплоснабжения. Взгляд профессионалов. – Режим доступа: <https://aquaecology.group/primenenie-elektrokotlov-v-sistemah-teplosnabzheniya-vzglyad-professionalov/> – Дата доступа: 14.03.2023