

Сравнивая затраты на трубопровод с механической вентиляцией и естественной мы видим, что разница небольшая в 1,7 Евро, так как в случае с механической вентиляцией у нас преобладают трубы 14x2, а металлополимерные трубы 14x2 на данный момент неходовые и их стоимость достаточно высока.

В результате подсчетов стоимости системы отопления одного этажа многоквартирного дома при использовании механической вентиляцией с рекуперацией тепла снижение затрат на систему отопления составило 1383 белорусских рублей. Таким образом экономия в 5-и этажном здании составит 6915 белорусских рублей; в 9-и этажном здании — 12447 белорусских рублей; в 12-и этажном здании — 16596 белорусских рублей.

*Список использованных источников:*

1. СНБ 4.02.01–03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.
2. Каталог радиаторов «Лидея Компакт» [Электронный ресурс] / <https://bero.by/catalog/radiatory-lideya>.
3. Каталог систем «KAN-therm» [Электронный ресурс] / <http://ru.kan-therm.com/kan> .

**Гришкевич М.Ю., Батурова А.В.**

## **ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Северянин В.С., д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

Тепловая и электрическая энергия — необходимое условие жизнедеятельности человека и создания благоприятных условий его быта. Для получения энергии необходимо топливо — нефть, газ, уголь, энергия атомного ядра, дрова и другие первичные источники (солнечная, ветряная и гидроэнергия). Энергия, заключенная в этих источниках, бесполезна до тех пор, пока она не преобразуется в необходимые энергетические услуги для конечного потребителя. Ускорение научно-технического прогресса во всех странах мира требует постоянного и возрастающего с каждым годом увеличения выработки и потребления энергетических ресурсов и энергии. Это, в свою очередь, вызывает увеличение потребления углеводородного сырья, запасы которого неограничены. Постоянно растущие цены на природные ресурсы и проблемы с его получением заставляют все страны принимать меры к снижению его потребления, принятию эффективных мер по энергосбережению и повсеместному использованию нетрадиционных возобновляющихся источников энергии. Во многих случаях большое количество первичной энергии пропадает впустую ввиду неэффективной конструкции или неправильной эксплуатации оборудования. Повышение цен на топливо требует пересмотра подходов к рациональному энергосбережению применению энергосберегающих технологий при эксплуатации оборудования. В статье сделан краткий обзор основных типов накопителей, находящихся на различных стадиях разработки и внедрения и их сравнение по мощности и накапливаемой энергии. Представлены основные характеристики

накопителей, использующиеся при сравнении различных технологий накопления энергии с точки зрения их применимости в электроэнергетике.

## **1. Основные типы накопителей энергии**

**1.1. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС).** ГАЭС являются наиболее распространенным и используемым в течение продолжительного времени видом накопителей электроэнергии. Суммарная установленная мощность ГАЭС в мире в настоящее время составляет около 165 ГВт. Доля ГАЭС в суммарной установленной мощности накопителей в энергосистемах мира составляет 97%. [1]

**1.2. Электрохимические аккумуляторы.** Известно большое количество типов аккумуляторов, которое постоянно увеличивается. Наиболее известны свинцово-кислотные, никель-кадмиевые (Ni/Cad), литийионные (Li-ion), натрий-серные (Na/S), бром-цинковые (Zn/Br), ванадиевые, никель-металлгидридные. Накопители на базе литий-ионных аккумуляторов получили наиболее широкое применение в электроэнергетических системах. Они замещают вращающийся резерв в энергосистемах и применяются для регулирования частоты. Прогнозируется увеличение рынка литий-ионных батарей с 5,5 млрд. долларов США в 2007 году до 35 млрд. долларов в 2025 году. Примером может служить накопитель, установленная мощность которого 100 МВт и емкость 129 МВт·ч, который вступил в строй 1 декабря 2017 года в Австралии. Он аккумулирует энергию с ближайшей ветряной электростанции. С такой ёмкостью литий-ионных аккумуляторов Hornsdale Power Reserve в настоящее время является крупнейшим в мире накопителем. [1]

**1.3. Проточные электрохимические аккумуляторы.** Электролит проточных аккумуляторов находится в отдельной емкости больших размеров. Во время зарядки аккумулятора электролит прокачивается через ячейку электрохимического аккумулятора и, в заряженном виде, помещается в емкость или танк больших размеров. Объем танка определяет емкость аккумулятора, которая может достигать очень больших величин. Компания Sumitomo Electric Industries, например, создала ванадиевый проточный аккумулятор мощностью 4 МВт, длительностью разряда 6 часов и временем отклика 10 миллисекунд. [1]

**1.4. Емкостные накопители.** Емкостные накопители запасают электрическую энергию в виде электростатического заряда. Для промышленного применения используются суперконденсаторы (Supercapacitors, Scaps). Емкостные накопители находятся в стадии исследования и разработки прототипа. Исследователи в США и Австралии создали на базе графена сверхъёмкий суперконденсатор, способный запасать столько же энергии, сколько хранится в литий-ионных батареях. Главное преимущество предложенного устройства состоит в том, что заряжаться и разряжаться оно может за считанные секунды (минуты). Разработчики утверждают, что графеновые суперконденсаторы — это революционный прорыв в области накопления энергии. [1]

**1.5. Накопители на сжатом воздухе.** В накопителях на сжатом воздухе воздух сжимается и удерживается под давлением в специальной емкости большого объема. Обычно используются пещеры в скальном грунте, соляные пещеры, пористые породы, водоносные слои или нефте/газоносные слои. Развитие крупномасштабных CAES ограничено наличием доступных хранилищ сжатого воздуха. В результате, текущие исследования сфокусированы на развитии систем со специально созданными резервуарами для хранения сжатого воздуха. Наиболее мощный CAES, который был построен в 1978 году в Ханторфе, Германия, имел мощность 290 МВт и время разряда 4 часа. В конце 80-х годов Alabama Electric Co, США построила CAES 110 МВт с временем разряда 26 часов. [1]

**1.6. Роторные накопители энергии.** Накопление энергии производится с помощью тщательно симметрированных дисков. Диски могут вращаться со скоростью до 50000 оборотов в минуту почти без трения титановой оси на магнитном подшипнике. Вращающиеся диски соединены с моторгенератором, конвертирующем энергию вращающейся массы в электрическую и обратно. Время разряда роторных накопителей находится в интервале от нескольких секунд до нескольких минут. В июле 2011 года компания Weason Power провела презентацию первого роторного накопителя мощностью 20 МВт в Стефентауне (Stephentown), штат Нью Йорк, который предназначается для регулирования частоты в операционной зоне Независимого Системного оператора Нью-Йорка (New York Independent System Operator (NYISO)). [2]

**1.7. Сверхпроводниковые магнитные накопители.** Сверхпроводниковые магнитные накопители запасают энергию в магнитном поле, создаваемом постоянным током, протекающим по катушке из сверхпроводящего материала, помещенного в криогенную среду. Сверхпроводниковые магнитные накопители являются накопителями с очень высоким КПД (более 95%) и поставляет в сеть как активную, так и реактивную мощность, которые доступны практически мгновенно. Первый случай успешного применения SMES отмечен в США, в энергосистеме Bonneville Power Authority в 1980-х годах, где был установлен накопитель мощностью 20 МВт и емкостью 2,4 МВт·ч. Основная цель установки накопителя – демпфирование низкочастотных колебаний. [2]

## **2. Основные характеристики накопителей энергии**

При сравнении различных технологий накопления энергии с точки зрения их применимости в электроэнергетике используют различные характеристики накопителей, определяемые их физическими свойствами. К таким характеристикам относятся:

- мощность – определяется величиной мощности, которую может поставить в энергосистему накопитель;
- энергоемкость – энергия, которую накопитель может запасти и поставить в энергосистему;
- время отклика – время перехода накопителя из нерабочего состояния (холостого хода, режима зарядки) в состояние поставки энергии с заявленными параметрами;
- время разряда – время, в течение которого мощность и энергия поставляются в энергосистему без подзарядки. [3]

Рассмотрим целесообразность использования индивидуальных накопителей энергии. В случаях, когда домохозяйство (квартира, дача, дом) подключено к местной сети, но возникают проблемы из-за низкого качества электричества (скачки напряжения, неконтролируемые временные отключения, низкое напряжение), и потребитель стремится сэкономить на счетах за электричество за счет использования ночного тарифа, но не хочет экономить электроэнергию днём, одним из вариантов решения является установка одного (как правило) или нескольких накопителей мощностью до 10 кВт отдельно или совместно с дизель-генератором. Преимуществами использования такого вида накопителей являются стабильное напряжение, обеспечивающее работу всех электроприборов, исчезновение нужды во включении генератора при кратковременных перебоях сети и возможность использования многоставочного тарифа. [3]

В качестве накопителя индивидуальной тепловой энергии могут применяться тепловые аккумуляторы для индивидуального отопления — это не что иное, как

утепленный железный бак с патрубками для подключения магистралей водяного отопления, предназначенный для обогрева дома в периоды, когда основной источник тепла (котел) бездействует. Использование практикуется в таких случаях:

1. При обогреве жилища печью с водяным контуром либо котлом, сжигающего твердое топливо. Накопительная емкость работает для отопления ночью, после прогорания дров или угля. Благодаря этому обеспечивается удобство пользования: домовладелец отдыхает, не бегая в котельную.
2. Когда источником тепла служит электрокотёл, а учет потребления электричества ведется многотарифным счетчиком. Энергия по ночному тарифу обходится вдвое дешевле, поэтому днем работу системы отопления полностью обеспечивает тепловой аккумулятор, обеспечивая экономичность. [3]

Бак-аккумулятор горячей воды повышает эффективность твердотопливного котла. Ведь максимальный КПД теплогенератора достигается при интенсивном горении, которое невозможно постоянно поддерживать без буферной емкости, поглощающей излишки теплоты. Чем эффективнее сжигаются дрова, тем меньше их расход. Это касается и газового котла, чей КПД снижается в режимах слабого горения. Аккумуляторный бак, заполненный теплоносителем, действует по простому принципу. Пока обогревом помещений занимается теплогенератор, вода в емкости нагревается до максимальной температуры 80-90°C (теплоаккумулятор заряжается). После отключения котла к радиаторам начинает подаваться горячий теплоноситель из накопительного бака, обеспечивающего отопление дома в течение определенного времени (тепловая батарея разряжается). Длительность работы зависит от объема резервуара и температуры воздуха на улице. [4]

Прежде чем разрабатывать схемы подключения теплового аккумулятора к котлу и трубопроводам, требуется выполнить ряд расчетов. В первую очередь необходимо вычислить тепловую производительность отопительной системы. Но показатель должен быть средним, а не с запасом на морозные дни, иначе объем резервуара будет чрезмерно большим и для его нагрева потребуются котел высокой мощности. Рациональным решением является полный расчет теплопотерь дома, здесь удобнее воспользоваться упрощенным принципом, согласно которому на 10 м<sup>2</sup> площади дома требуется 1 кВт тепла, чтобы прогреть его в сильные морозы. Среднее значение будет меньше наполовину. Таким образом, чтобы отопить свой дом в 100 м<sup>2</sup>, требуется максимум 10 кВт, а в среднем – 5 кВт. Исходить следует из того, что промежуток времени, в течение которого система должна функционировать при неработающем котле, составляет 8 часов. То есть, если в час требуется 5 кВт, то необходимый запас тепловой энергии на 8 часов составит 8×5=40 кВт. [4]

Максимальная температура воды в баке составит 90 градусов, а оптимальная температура теплоносителя в локальной радиаторной системе приблизительно 60 градусов, таким образом, находим разницу температур, она будет равна 30 градусам.

Чтобы рассчитать объем теплоаккумулятора (ТА) для котла отопления, используем формулу  $Q = cm\Delta t$ , причем нам требуется найти значение  $m$ , то есть, формула будет выглядеть следующим образом:  $m = Q / c \Delta t$

$Q$  – расход тепловой энергии (у нас – 40 кВт);

$\Delta t$  – разность температур (у нас – 30°C);

$c$  – значение удельной теплоемкости воды, 0.0012 кВт / кг °С (4.187 кДж / кг °С);

Проводим вычисления:  $m = 40 / 0.0012 \times 30 = 1111$  кг, то есть, если округлить в большую сторону, объем резервуара должен составлять около 1,2 м<sup>3</sup>. Зная требуемый объем и используя простые геометрические формулы, можно вычислить габариты цилиндрического или прямоугольного резервуара. [4]

Такое устройство способно поддерживать температуру теплоносителя в радиаторах на уровне 60 градусов в течение 8 часов, дальше температура станет постепенно снижаться, но до полного остывания помещений пройдет еще около 3-4 ч.

Тепловые аккумуляторы подходят только для индивидуального отопления, так как теплоноситель подогревается циклично. В централизованных системах горячая вода в батарее подается постоянно с одинаковой температурой, поэтому смысла в накоплении тепловой энергии нет. Тепловой аккумулятор позволяет сгладить перепады температуры воды в контурах, увеличивает интервалы между загрузками топлива, экономит деньги на энергоноситель. [5]

Рассмотрим другой вариант индивидуальных накопителей на примере накопителя энергии с функцией источника бесперебойного питания (ИБП) для дома с подключенной сетевой мощностью 5 кВт. В состав накопителя энергии входит следующий набор оборудования: силовой преобразовательный модуль (инвертор), аккумуляторная батарея, система управления. Функция ИБП позволяет в течение нескольких часов автономно обеспечивать питание дома в случаях аварии в сети. Накопитель энергии позволяет решить проблему потребности в дополнительной мощности при периодическом пиковом потреблении — нет необходимости ждать согласований сетевой организации (от 4-х месяцев). [5]

#### **Заключение:**

1. Технологии накопления энергии развиваются высокими темпами, накопители энергии находят все более широкое применение в практике регулирования и управления режимами электроэнергетических систем.

2. Малое время отклика, значительные величины мощности и энергоемкости открывают широкие перспективы применения накопителей для управления как установившимися, так и переходными режимами электроэнергетической

3. Широкое использование в электроэнергетических системах получили ГАЭС, непрерывно растет установленная мощность электрохимических аккумуляторов. Некоторые типы накопителей — например суперконденсаторы — находятся в стадии создания прототипов и их испытания. Графеновые суперконденсаторы могут обеспечить революционный прорыв в области накопления электрической энергии.

4. С помощью использования индивидуальных накопителей энергии можно добавить мощность для индивидуального энергетического хозяйства в период проседаний нагрузок в часы пик в общих распределительных сетях, т.е. накопитель электрической энергии, устанавливаемый дома или на даче, позволяет в значительной степени повысить качество энергоснабжения.

5. В связи с современным техническим прогрессом и бурным развитием техники, потребители используют дорогостоящую бытовую аппаратуру и технику. Скачки сетевого напряжения нередко вызывают ее поломку и отказ. Но при использовании накопителей удастся избежать большого количества проблем, тем самым создается стабильное напряжение, обеспечивающее устойчивую работу электроприборов.

#### *Список использованной литературы:*

1. <https://www.elec.ru/articles/nakopiteli-energii-dlya-effektivnoj-raboty-energosa/> - Накопители энергии для эффективной работы энергосистемы
2. <https://www.bsmu.by> – Основы энергосбережения
3. <https://teplo-ltd.ru/> - Тепловые аккумуляторы для индивидуального отопления
4. <https://issuu.com/> - Производство накопителей электрической энергии
5. <https://electric-220.ru/> - Накопители электрической энергии для дома