

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Мансурова Ш.П. (Джизакский политехнический институт)

Аннотация. Рассмотрены вопросы рационального использования тепловой энергии в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных и гражданских зданий. Представлены современные инженерные решения по утилизации теплоты вторичных энергетических ресурсов; конструкции, принципиальные схемы и термодинамические особенности использования утилизационного оборудования и теплонасосных установок на примерах из опыта отечественной и мировой практики.

Ключевые слова: тепловые аккумуляторы, теплоизоляция, энергия, теплоаккумулирующий материал, теплонасосные установки.

Annotation. The issues of rational use of thermal energy in heating, ventilation and air conditioning systems of industrial and civil buildings are considered. Modern engineering solutions for recycling heat from secondary energy resources are presented; designs, circuit diagrams and thermodynamic features of the use of recycling equipment and heat pump units using examples from the experience of domestic and world practice.

Key words: heat accumulators, thermal insulation, energy, heat-storing material, heat pump units.

Использование тепловых аккумуляторов в системах теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий и сооружений обусловлено несовпадением периодов поступления от источников бросовой теплоты или теплоты возобновляемых источников и ее потреблением. Кроме того, аккумулирование позволяет эффективно использовать теплоту, которая может быть потеряна или использована частично.

К техническим и экономическим предпосылкам применения аккумуляторов теплоты относятся:

- покрытие кратковременных пиковых потребностей, например, в теплоснабжении при очень низких наружных температурах воздуха;
- упрощение регулирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- исключение необходимости в эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха с неполной нагрузкой, приводящей к потерям;
- использование ночного тарифа на электроэнергию;
- снижение мощности электроподключения и, следовательно, потребления электроэнергии.

Включение тепловых аккумуляторов в системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха ведет к повышению капиталовложений, которые должны покрываться прежде всего за счет снижения эксплуатационных затрат. Тепловые аккумуляторы экономичны тогда, когда годовые суммарные затраты на установках с аккумуляторами ниже, чем у таких же установок без аккумуляторов. Поскольку сравниваемые варианты включают также обычные системы

отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, требования к экономичности теплоаккумуляторов очень велики. Поэтому стремятся, чтобы:

- удельная экономия энергии, отнесенная к массе или объему теплоаккумулирующего материала, была наиболее высокой;
- энергия аккумулировалась с возможно меньшими ее потерями, т.е. температуры на входе и выходе аккумулятора были близки;
- применялись дешевые, широко распространенные аккумулирующие материалы;
- обеспечивался требуемый режим работы с минимальным количеством дополнительного оборудования (насосов, арматуры и т.д.).

Аккумуляция теплоты может быть долгосрочным, в основном предназначенным для годового или сезонного ее хранения, и краткосрочным, при котором теплота хранится от нескольких часов до нескольких дней или недель. Например, осуществление в течение суток пикового потребления теплоты в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха лучше обеспечивать с использованием аккумуляторов первой группы. Сохранять энергию для последующего использования в течение недели, месяца или нескольких месяцев можно в аккумуляторах всех трех групп. Системы аккумуляции теплоты подразделяются на централизованные для обслуживания крупных потребителей или группы мелких потребителей и децентрализованные для индивидуальных потребителей.

Система аккумуляции теплоты эксплуатируется во взаимодействии с источником энергии и ее потребителем и включает следующие компоненты:

- сосуд или резервуар для теплоаккумулирующего материала с теплоизоляцией;
- теплоаккумулирующий материал, в котором накапливается и хранится теплота;
- теплообменное оборудование, предназначенное для передачи теплоты от источника энергии к теплоаккумулирующему материалу при зарядке аккумулятора и от теплоаккумулирующего материала к потребителю при разрядке аккумулятора.

Сосуды или резервуары тепловых аккумуляторов должны иметь хорошую теплоизоляцию, что особенно важно для сезонных установок, поскольку длительный период должен сохраняться достаточно высокий температурный уровень. Толщину теплоизоляции рассчитывают в краткосрочных аккумуляторах по такому же алгоритму, как и для труб. В долгосрочных аккумуляторах критерием служит учет минимального требуемого уровня температуры в конце периода аккумуляции.

Краткосрочные аккумуляторы не требуют больших капиталовложений, и их используют для покрытия временных потребностей в тепловой мощности распределительной сети систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Ведущую роль в разработке систем аккумуляции теплоты занимают Швеция, США, Дания, Германия. В этих странах проводятся наиболее интенсивные научно-исследовательские и экспериментальные работы по использованию тепловых аккумуляторов для теплоснабжения зданий или отдельных населенных пунктов.

В инженерной практике наиболее востребованными являются аккумуляторы физической (явной) теплоты, а среди них - водяные теплоаккумуляторы. Вода - наиболее дешевый и повсеместно распространенный теплоаккумулирующий материал с высокой удельной

теплоемкостью, равной 4,19 кДж/(кг · °С), что почти вдвое выше, чем удельная теплоемкость камня.

Для сезонного хранения теплоты перспективно использование водоемов, водоносных слоев, баков, грунта, скальных пород и т.д.

Водяные баки-аккумуляторы из металла или железобетона применяются для создания наземных или заглубленных в землю хранилищ. При проектировании баков-аккумуляторов особое внимание уделяется стабильному положению слоев воды с более высокой температурой над слоями с меньшей температурой. В зависимости от скорости поступления воды в аккумулятор, разности температур между прямой и обратной линиями, размеров резервуара возникает зона смешивания, которая приводит к снижению мощности аккумулятора. Поддерживать стратификацию жидкости можно конструктивными решениями и ограничением скоростей на вводе воды в аккумулятор до $v < 0,1$ м/с. Для вертикально стоящих аккумуляторов рекомендуется отношение высоты к диаметру больше 2,5.

Не допускать перемешивания воды и создавать переходные зоны можно с помощью разделительных мембран, перфорированных плит или других устройств, уменьшающих конвективный перенос теплоты.

При последовательном соединении баков-аккумуляторов происходит относительное уменьшение влияния смешивания на тепловую мощность аккумулятора. Потеря мощности не превышает 10 %.

Наземные баки-аккумуляторы по технико-экономическим и архитектурным показателям уступают теплоаккумуляторам других видов.

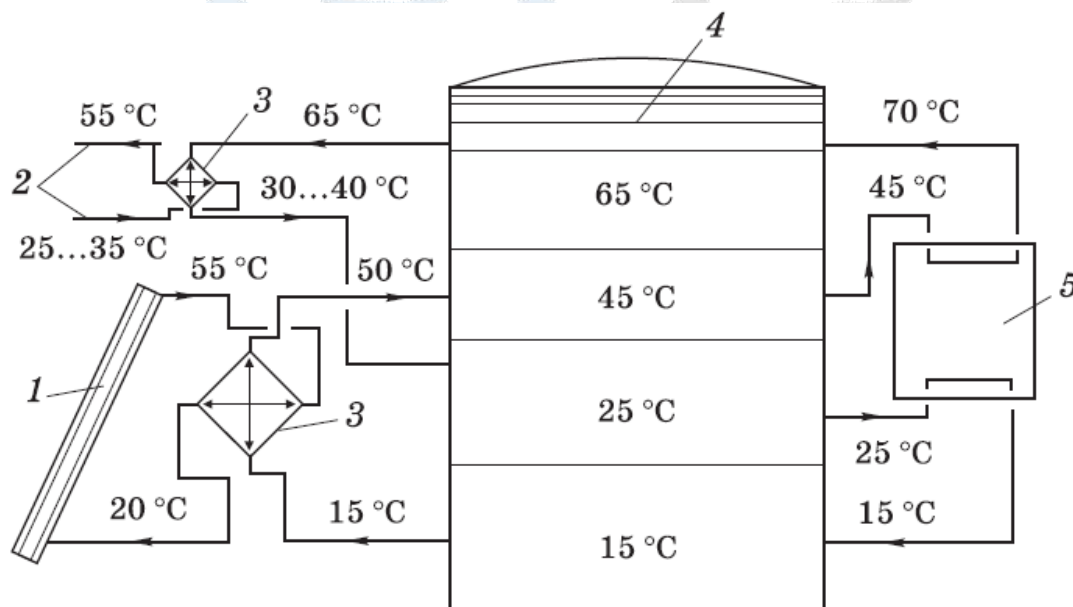


Рис. 1. Схема наземного металлического водяного теплоаккумулятора: 1 - солнечный коллектор; 2 - трубопроводы системы отопления; 3 - теплообменник; 4 - бак-теплоаккумулятор; 5 - парокompрессионный тепловой насос

Но в определенных условиях эксплуатации их использование оправданно. В поселке Сёдертун (Швеция) для теплоснабжения жилых и общественных зданий общей площадью 58,5 тыс. м² при годовой тепловой нагрузке 3,2 ГВт·ч/год на отопление и 2,5 ГВт·ч/год на горячее водоснабжение на основании сравнительных технико-экономических расчетов принято

решение о строительстве и построен наземный металлический водяной теплоаккумулятор вместимостью 55 тыс. м³ воды.

Аккумулятор включен в систему центрального солнечного теплоснабжения поселка по независимой схеме. Повышение энергетического потенциала воды в теплоаккумуляторе до температуры 70°C осуществляется с помощью парокompрессионной теплонасосной установки 5, а для нагрева сетевой воды до температуры 55°C используется рекуперативный теплообменник 3. При невозможности использования вертикальных баков-аккумуляторов применяют горизонтальные резервуары, заглубленные в грунт.

Организация специального подвода потоков воды позволяет уменьшать перемешивание слоев. На рис. 2 показан горизонтальный послойный аккумулятор.

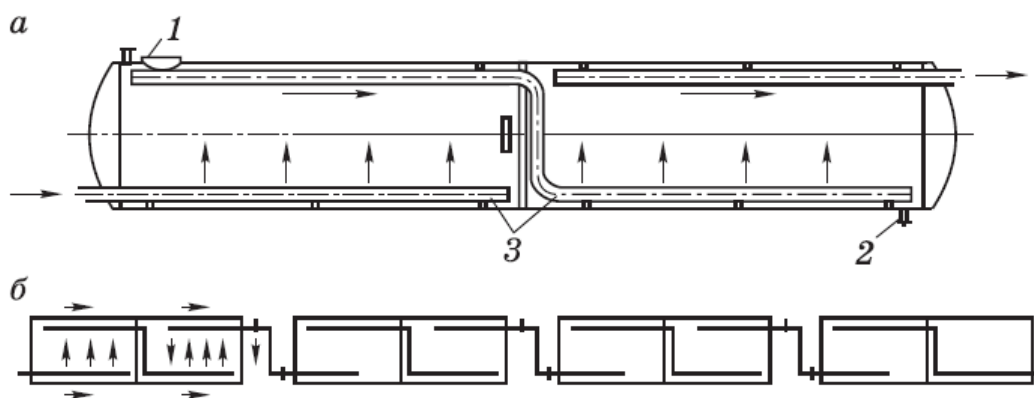


Рис. 2. Схема низкотемпературного теплоаккумулятора горизонтального типа: а - горизонтальный резервуар теплоаккумулятора; б - схема соединения нескольких резервуаров; 1 - выпуск воздуха; 2 - отвод воды; 3 - перфорированные трубы

Подача и отвод воды осуществляются по горизонтальным трубам с отверстиями, расположенными в направлении стенки резервуара, чтобы обеспечить по возможности равномерное распределение скоростей в резервуаре. Резервуар разделен перегородкой на две камеры, благодаря чему разделительный слой между горячей и нагреваемой водой небольшой, что препятствует выравниванию температуры по его объему. Последовательное соединение резервуаров улучшает характеристики послойного аккумулятора.

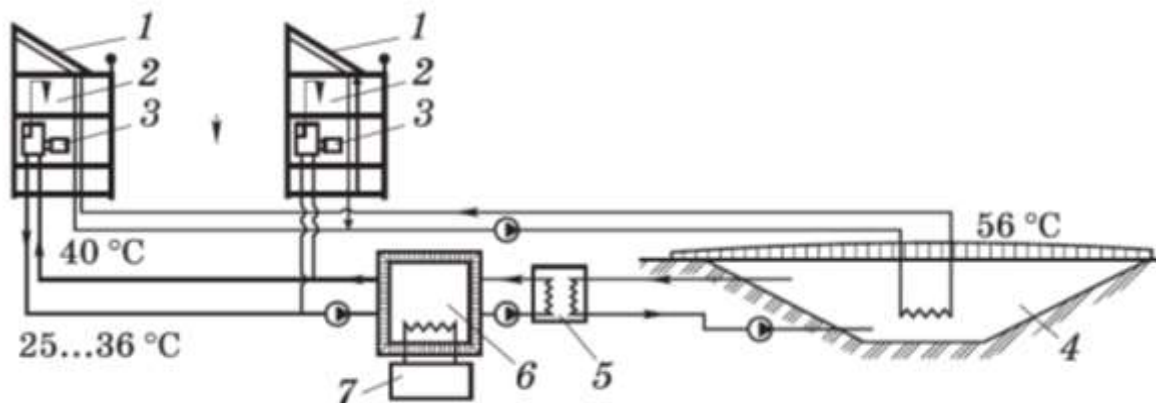


Рис. 3. Схема теплоснабжения поселка с заглубленным в грунт водяным теплоаккумулятором: 1 - солнечный коллектор; 2 - система горячего водоснабжения; 3 -

система отопления; 4 - бассейн-теплоаккумулятор; 5 - парокompрессионный тепловой насос; 6 - промежуточный теплоаккумулятор; 7 - пиковый теплогенератор

В качестве сезонных теплоаккумуляторов, накапливающих неравномерно поступающую солнечную энергию и теплоту оборотных вод промышленных предприятий для последующего теплоснабжения отдельных зданий или групп зданий в холодный период года, широко используют полузаглубленные и заглубленные в грунт бассейны. Теплоаккумуляторы имеют форму опрокинутой усеченной пирамиды или опрокинутого усеченного конуса. Дно и откосы бассейна гидроизолируют, а покрытие теплоизолируют.

На рис.3 представлена схема теплоснабжения поселка из 200 двухэтажных домов (Дания) с заглубленным в грунт водяным теплоаккумулятором.

Вместимость теплоаккумулятора — 49,4 тыс. м³ воды. Расчетная температура сетевой воды системы теплоснабжения равна 40°C. В случае снижения температуры теплоносителя ниже 40°C включается пиковый теплогенератор.

Аккумуляция солнечной энергии позволяет покрывать 80% потребности поселка в теплоте, остальные 20% получают от пикового теплогенератора.

Литература:

1. Богословский В.Н. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха / В.Н. Богословский, М.Я. Поз.М.: Стройиздат, 1983.
2. Протасевич, А.М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплофизика ограждающих частей зданий /К.Ф. Фокин. М.: АВОК-ПРЕСС, 2009.
4. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха/под ред. Л.Д. Богуславского, В.И. Ливчака. М.: Стройиздат, 1990.