УДК 504.05

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА И ХОЛОДА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ш.П.Мансурова

Джизакский политехнический институт

Аннотация. Рассмотрены вопросы рационального использования тепловой энергии в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха 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.

Annotatsiya. Maqolada binolarni isitish, shamollatish va havoni konditsiyalash tizimlarida issiqlik energiyasidan oqilona foydalanish masalalari ko'rib chiqilgan. Ikkilamchi energiya manbalaridan issiqlikdan foydalanish uchun zamonaviy muhandislik yechimlari; mahalliy va xalqaro amaliyoti misollarda utilizatsiya uskunalari va issiqlik nasosi qurilmalarining konstruksiyalari, prinsipial sxemalari va ulardan foydalanishning termodinamik xususiyatlari taqdim etilgan.

Kalit so'zlar: issiqlik akkumulyatorlari, issiqlik izolatsiyasi, energiya, issiqlikni akkumulyatsiyalovchi material, issiqlik nasos qurilmalari.

Annotation. The issues of rational use of thermal energy in heating, ventilation and air conditioning systems of buildings are considered. Modern engineering solutions for utilization of heat of secondary energy resources are presented; designs, basic schemes and thermodynamic features of use of utilization equipment and heat pump units on examples from experience of domestic and world practice.

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

Введение

В условиях прогнозируемого естественного сокращения запасов традиционного углеводородного сырья и соответствующего роста цен на традиционные энергоресурсы, обеспечение эффективного энергопотребления является важной задачей повышения конкурентоспособности экономики для всех стран. Учитывая, что объем расходуемой энергии в Узбекистане к 2030 году, с учетом роста населения, ВВП, ускорения процессов урбанизации, при прочих равных условиях, может увеличиться с 60 млн.т.н.э. до 150 млн. т.н.э, требуются комплексные

ISSN 3030-3907

меры по повышению энергоэффективности зданий.

Имея относительно высокий по сравнению с другими странами уровень энергоемкости экономики, Узбекистан имеет и большие резервы для радикального снижения энергопотребления и экономии энергоресурсов, и первую очередь в жилищной сфере и при эксплуатации зданий.

Повышение энергоэффективности зданий также может иметь значительные социальные эффекты. Внедрение энергоэффективных зданий будет способствовать созданию продуктивной занятости как в рамках секторов строительства, производства теплоизоляционной продукции и энергоэффективного оборудования, так и в смежных отраслях.

Экономия и снижение затрат населения на коммунальные услуги по отоплению и обеспечению электроэнергией на 25-30%, могут способствовать направлению сэкономленных средств на дальнейшее улучшение энергоэффективности жилищ, удовлетворение других потребностей населения, на развитие предпринимательской деятельности. Переоборудование домов и использование надлежащих технологий жилищного строительства значительно улучшают тепло-, влаго– и шумоизоляцию внутренних помещений, обеспечивают более высокую комфортность и увеличивают сроки их эксплуатации без ремонта. Комплексные программы могут также способствовать улучшению эстетического облика зданий.

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;

ISSN 3030-3907

• 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.).

Аккумулирование 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 аккумулирования теплоты подразделяются на централизованные для обслуживания крупных потребителей или группы мелких потребителей и децентрализованные для индивидуальных потребителей.

Система аккумулирования 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;

ISSN 3030-3907

• 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 аккумулирования.

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 аккумулирования 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 надземных 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

ISSN 3030-3907

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.

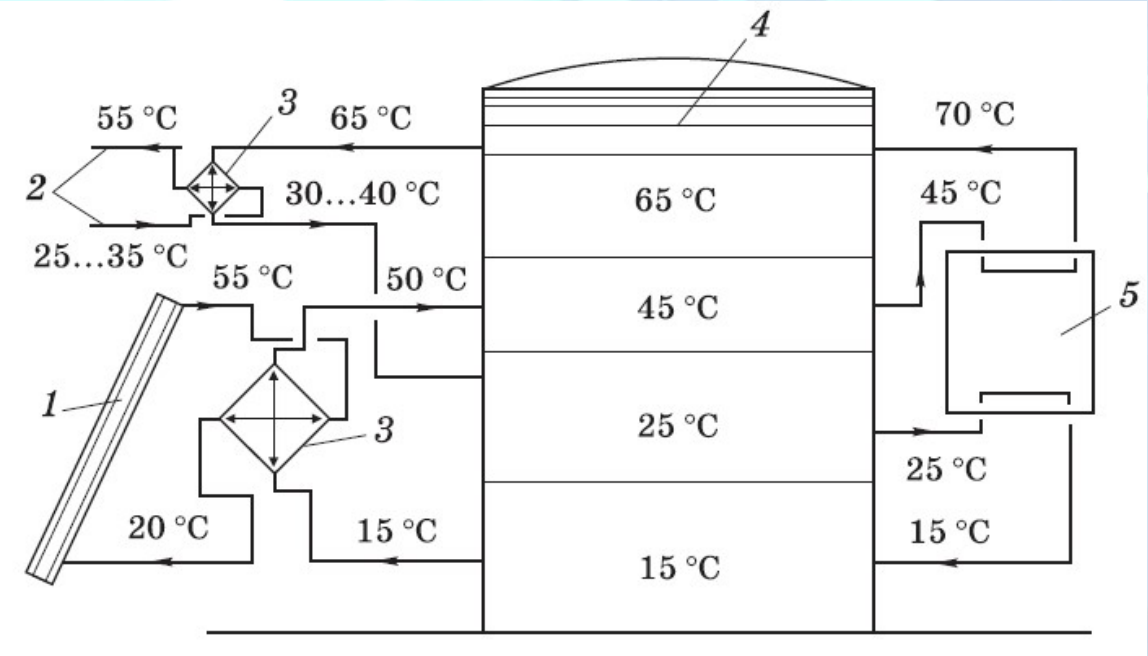


Рис. 1. Схема наземного металлического водяного теплоаккумулятора: 1 - солнечный коллектор; 2 - трубопроводы системы отопления; 3 - теплообменник; 4 - бак-теплоаккумулятор; 5 - парокомпрессионный тепловой насос

Но в определенных условиях эксплуатации их использование оправданно. В поселке Сёдертун (Швеция) для теплоснабжения жилых и общественных зданий общей площадью 58,5 тыс. м^2 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. м^3 воды.

Аккумулятор включен в систему центрального солнечного теплоснабжения поселка по независимой схеме. Повышение энергетического потенциала воды в теплоаккумуляторе до температуры 70°С осуществляется с помощью парокомпрессионной теплонасосной установки *5*, а для нагрева

ISSN 3030-3907

сетевой воды до температуры 55°С 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.

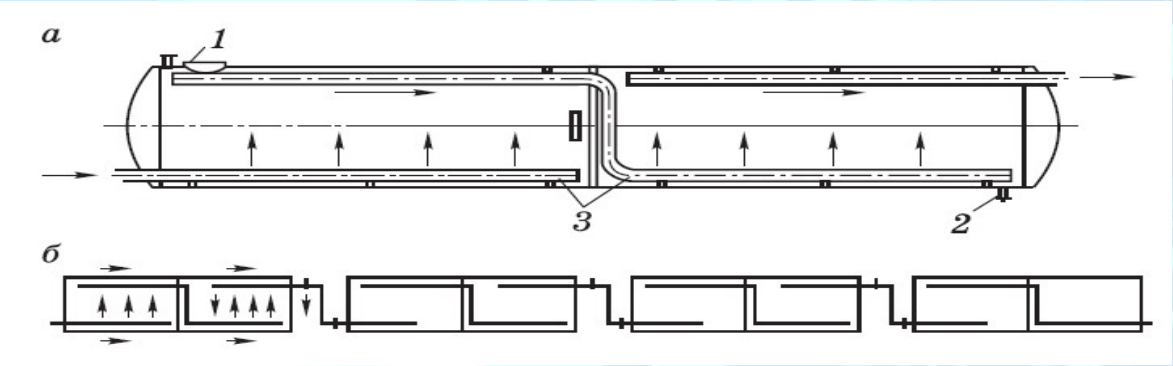


Рис. 2. Схема низкотемпературного теплоаккумулятора горизонтального типа: а - горизонтальный резервуар теплоаккумулятора; б - схема соединения нескольких резервуаров; 1 - выпуск воздуха; 2 - отвод воды; 3 -перфорированные трубы

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.

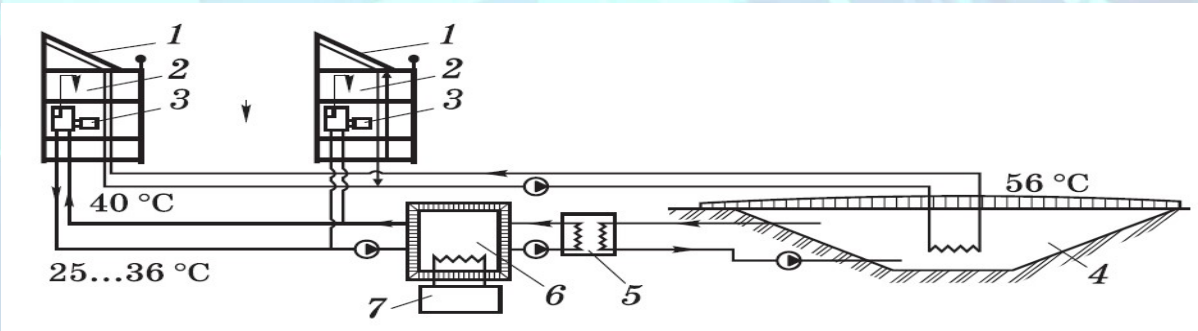


Рис. 3. Схема теплоснабжения поселка с заглубленным в грунт водяным теплоаккумулятором: 1 - солнечный коллектор; 2 - система горячего водоснабжения; 3 - система отопления; 4 - бассейн-теплоаккумулятор; 5 - парокомпрессионный тепловой насос; 6 - промежуточный теплоаккумулятор; 7 - пиковый теплогенератор

ISSN 3030-3907

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°С. В случае снижения температуры теплоносителя ниже 40°С включается пиковый теплогенератор.

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

Экономия энергии и рентабельность водяных теплоаккумуляторов определяется путем сравнения с традиционными системами, состоящими из отопительных котлов и холодильных машин.

Для систем холодоснабжения экономия энергии составляет до 75 %. Для холодильной нагрузки порядка 1000 кВт в климатических условиях Нидерландов это означает экономию около 150000 кВт·ч/год электроэнергии. Часовой расход воды, необходимой для обеспечения максимальной нагрузки, составляет при этом около 100 $м^3$/ч.

Кроме вышесказанного, необходимо оценивать и экологические стороны применения водяных теплоаккумуляторов. За счет снижения расхода первичной энергии уменьшается выброс вредных веществ, в том числе и парниковых газов, в окружающую среду.

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.

ISSN 3030-3907

3. Аналитический доклад. Повышение энергоэффективности зданий в Узбекистане: направления реформ и ожидаемые эффекты (ЦЭИ), 2014.
4. Фокин К.Ф. Строительная теплофизика ограждающих частей зданий /К.Ф. Фокин. М.: АВОК-ПРЕСС, 2009.
5. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха/под ред. Л.Д. Богуславского, В.И. Ливчака. М.: Стройиздат, 1990.

ISSN 3030-3907