

УДК 620.9

Северянин В.С., Янчилин П.Ф.

УО «Брестский государственный технический университет», г.Брест

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ГЕЛИОСИСТЕМАХ

In this article classification of heat-sink devices is resulted. The method of accumulation of warmth which gives decrease in capital and current expenses in solar power, increase of efficiency of action of solar installations, possibility of preservation and warmth recycling, thanks to realisation of use of periodic sources of warmth with preservation in certain time intervals of the maximum temperatures of the heat-carrier between operating times of a source of warmth is offered.

Аккумуляция теплоты вызвана периодичностью поступления солнечной энергии в течение суток и года, а также несовпадением графиков выработки теплоты в геосистемах и ее потреблением в системах теплоснабжения. Максимум солнечной радиации приходится на полдень, а минимум — на вечер и ночь, потребность же в теплоносителе для отопления и горячего водоснабжения сохраняется в течение суток. Аналогично и сезонное несоответствие выработки и использования солнечной энергии. Поэтому при превышении выработки энергии над потреблением ее избыток накапливают в аккумуляторе теплоты.

Аккумуляторы теплоты геосистем относятся к регенеративным теплообменникам, для которых характерен циклический характер работы, который включает в себя два периода: зарядки аккумулятора тепловой энергией и его разрядки [1].

В зависимости от *длительности цикла* аккумуляторы теплоты делят на:

- часовые,
- суточные,
- сезонные.

В зависимости от *температурного диапазона* есть аккумуляторы теплоты следующих видов:

- для систем воздушного отопления — рабочая температура аккумулятора составляет 30°C,
- горячего водоснабжения — 45-60°C,
- водяного отопления — до 90°C.

Для геосистем применяют тепловые аккумуляторы емкостные, имеющие резервуар (бак, емкость), заполненный теплоаккумулирующим материалом (ТАМ). В качестве ТАМ используют воду, водные растворы солей, воздух, природный камень, гальку. Основными характеристиками аккумулятора являются энергоемкость и продолжительность нагрева или охлаждения теплоаккумулирующего материала. Энергоемкость аккумулятора — это количество теплоты $Q_{ак}$, Дж, которое поглощает ТАМ массой $M_{ак}$, кг, теплоемкостью $c_{ак}$, Дж/(кг·К), при его нагреве от $T_{ак}^1$ до $T_{ак}^2$, °C:

$$Q_{ак} = M_{ак} \cdot c_{ак} \cdot (T_{ак}^1 - T_{ак}^2)$$

Отношение энергоемкости аккумулятора $Q_{ак}$ к объему ТАМ $V_{ак}$, м³, называется удельной энергоемкостью q_v , Дж/м³:

$$q_v = Q_{ак} / V_{ак}$$

Продолжительность зарядки $\tau_{зар}$, с, зависит от конструкции аккумулятора, вида и массы ТАМ, а также тепловой производительности Q_m солнечного коллектора:

$$\tau_{зар} = \frac{Q_{ак}}{Q_m \cdot \eta_{КСЭ} \cdot \eta_{ак} \cdot \eta_{тр}}$$

где $\eta_{КСЭ}$, $\eta_{ак}$, $\eta_{тр}$ — КПД, характеризующие тепловые потери соответственно в КСЭ, аккумуляторе и соединяющих их трубопроводах.

По конструкции и принципу действия аккумуляторы тепловой энергии для геосистем бывают с жидкостным ТАМ, с твердой насадкой и легкоплавким ТАМ. Движение теплоносителей осуществляется принудительно (с использованием насосов) или за счет естественной циркуляции (термосифон). Аккумуляторы бывают [1]:

– рекуперативные — накопление теплоты происходит путем теплопередачи через разделительную (металлическую) стенку и нагрева жидкого ТАМ без изменения его агрегатного состояния;

– регенеративные — накопление теплоты и разрядка ТАМ происходит путем попеременного нагрева и охлаждения твердого теплоаккумулирующего материала, подводимая теплота расходуется на плавление (осуществление фазового перехода) твердого теплоаккумулирующего материала.

При использовании твердого теплоаккумулирующего материала продолжительность нагрева или охлаждения рассчитываются по формулам нестационарной теплопроводности [2], учитывающим размеры и форму элементов насадки, их теплофизические свойства и взаимодействия с потоком воздуха. В аккумуляторах с твердым ТАМ пористая насадка выполнена из дробленого камня, гальки, керамических шариков или сосудов, а теплоносителем в них является воздух. В процессе зарядки аккумулятора через насадку продувается воздух, прошедший предварительно через КСЭ и воспринявший там энергию солнечного излучения. После нагрева насадки до температуры, близкой к температуре горячего воздуха, его подача в аккумулятор прекращается, зарядка на этом заканчивается, а теплота, отданная воздухом, хранится в насадке. Для передачи аккумулированной теплоты потребителю через насадку пропускается холодный воздух из системы воздушного отопления, подводимый к аккумулятору по воздухопроводу. Воздух нагревается, а насадка охлаждается, после чего требуется новая зарядка для приведения аккумулятора в рабочее состояние.

В аккумуляторах с легкоплавким ТАМ основное количество теплоты поглощается веществом при его плавлении. Перед зарядкой аккумулятора ТАМ находится в твердом виде. При подводе теплоты в аккумулятор вначале легкоплавкий ТАМ, массой $M_{ак}$, кг, нагревается от начальной температуры $T_{ак}^I$ до температуры плавления $T_{пл}$, затем плавится, а после, уже в жидком виде, нагревается до конечной температуры $T_{ак}^2 > T_{пл}$. Энергоемкость такого аккумулятора равна:

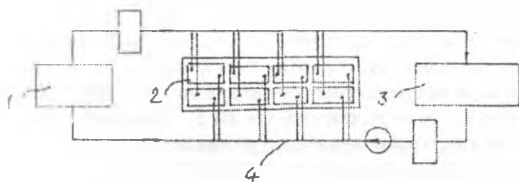
$$Q_{ак} = M_{ак} \cdot [c_{тв} \cdot (T_{пл} - T_{ак}^I) + r + c_{ж} \cdot (T_{ак}^2 - T_{пл})].$$

где $c_{тв}$, $c_{ж}$ — теплоемкость вещества в твердом и жидком состояниях, Дж/(кг·К);
 r — теплота фазового перехода (плавления) ТАМ, Дж/кг.

В качестве ТАМ используют парафин ($T_{пл} = 47^\circ\text{C}$, $r = 209$ кДж/кг), глауберову соль ($T_{пл} = 32^\circ\text{C}$, $r = 251$ кДж/кг) и другие вещества. При разрядке аккумулятора теплота от теплоаккумулирующего материала отводится теплоносителем (водой), циркулирующей по змеевику, установленному в аккумуляторе и связанному соответствующими трубопроводами с потребителями тепловой энергии — системой отопле-

ния, вентиляции или горячего водоснабжения. В аккумуляторах с легкоплавким ТАМ возможно применение одного теплообменника путем поочередного его присоединения к КСЭ или двух теплообменников, из которых один предназначен только для зарядки аккумулятора, а другой только его разрядки. Аккумулятор с легкоплавким ТАМ, при одном и том же объеме, поглощает в 5-10 раз теплоты больше, чем аккумулятор с неплавящимся веществом [3].

Несмотря на высокую эффективность, данные виды ТАМ из-за высокой стоимости как их самих, так и соответствующего оборудования, практически не применяются. Существуют более дешевые способы аккумулирования теплоты, когда в качестве теплоносителя используется вода, причем благодаря разной солёности воды нижний ее слой, как более тяжелый, прогревается сильнее, чем менее солёный, верхний, служит теплоизолятором [4, с.26]. При такой аккумуляции подводимая тепловая энергия одновременно передается всем частям аккумулятора, разные части нагреваются по-разному (так называемые «солнечные пруды»). Такое аккумулирование теплоты удобно при постоянной подпитке энергией, но при длительном отключении источники энергии и интенсивной утилизации теплоты горячая часть теплоносителя быстро остывает. Хотя в общем объеме аккумулятора остается еще очень много теплоты, но утилизация её ухудшается из-за снижения общей температуры теплоносителя в аккумуляторе.



1 - источник теплоты; 2 - аккумулятор теплоты; 3 - теплопотребитель;
4 - система обслуживания

Рисунок 1 - Технологическая схема аккумулирования теплоты

В научно-исследовательской лаборатории «Пульсар» Брестского государственного технического университета к настоящему времени разработаны на уровне изобретений различные конструкции гелиосистем, рассмотрены перспективные пути использования этих систем с тепловыми аккумуляторами. В частности предложен метод, позволяющий при длительных перерывах подпитки теплотой теплоносителя обеспечить тепловому потребителю высокотемпературным теплоносителем — тепловой энергией с высокой эксергией.

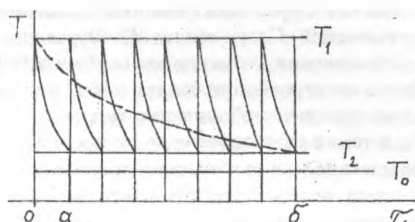
Этот способ аккумулирования теплоты (рисунок 1) заключается в предварительном нагреве периодически действующим источником теплоносителя, подаваемого в объем аккумулятора, до максимальной расчетной температуры и включает утилизацию накопленной теплоты путем её отбора последовательно из нескольких теплоизолированных друг от друга и от окружающей среды частей общего объема аккумулятора. При этом при каждом подключении новой части тепловому потребителю подается теплоноситель с максимальной температурой [5].

Теплоноситель (вода пресная или с примесью различных веществ) нагревается в источнике теплоты 1. Это может быть стационарный котел, котел-утилизатор, теплообменник на горячих выбросах, солнечный нагреватель, другие периодически дейст-

вующие генераторы тепла. Аккумулятор теплоты 2 — это емкость достаточных размеров для соответствующего объема теплоносителя, разделенная на несколько частей, теплоизолированных друг от друга и от окружающей среды. Например, аккумулятор теплоты может быть изготовлен из десятков полостей в виде кубов с ребром порядка 10 м, заполненных тепловоспринимающими элементами с высокой теплоемкостью (гранит, бутовый камень и т.п.), стены — из бетона с теплоизоляцией, в полость введены трубы для теплоносителя. Теплопотребитель 3 (системы отопления зданий, системы кондиционирования, технологические линии и т.д.) связан с аккумулятором теплоты 2 при помощи системы обслуживания 4 (трубопроводы, арматура, насосы и т.п.).

Передача теплоты теплоносителю (воде) происходит в источнике теплоты 1 за счет использования горячих выбросов, работы утилизационных тепловых установок, работы гелиоустройств. Теплоноситель нагревает или все полости аккумулятора теплоты сразу или последовательно путем заполнения полостей горячей водой, циркулирующей по контуру, а также нагревом тепловоспринимающих элементов, до температуры (в системах отопления — порядка 100°C). Если теплопотребитель 3 не нуждается в данный момент в теплоте, источник теплоты 1 отключается, а система обслуживания 4 работает в «ждущем режиме». При необходимости подачи теплоты теплопотребителю 3, если бы работал сразу весь объем аккумулятора теплоты 2, температура в системе снижалась бы по штриховой линии (рисунок 2), т.е. уже в середине периода «*о-б*» температура подаваемого теплоносителя стала бы существенно ниже исходной T_1 , что не соответствовало бы требованиям технологии (например, для отопления). При длительном потреблении теплоты температура теплоносителя (и средняя температура всего объема аккумулятора теплоты) по экспоненте асимптотически приближалась бы к температуре окружающей среды T_0 . Так как такой теплоноситель не отвечает потребительским требованиям, то охлаждение ведут до температуры T_2 , когда еще существует температурный напор, при котором имеется тепловой поток для технологии теплопотребителя. Например, в системах отопления температура воды перед нагревательными приборами 90-100°C, после приборов — 70°C, при необходимости эти температуры снижают на 30-40°C (для экономии энергоресурсов), расчетная температура в помещении 15-18°C. В этом случае тепловой поток в помещение уменьшается, температура снижается. Чтобы сохранить тепловой баланс помещения, нужно увеличивать поверхность нагревательных приборов или увеличивать температуру теплоносителя (что реализуется режимом, предлагаемым данным способом). Для этого отбор теплоты ведут не из целого объема аккумулятора, а отдельно из его частей. Естественно, отдельная часть остывает быстрее, и за время «*о-а*» (рисунок 2) достигается температура T_2 . После момента времени «*а*» включается в теплообмен другая, еще горячая часть аккумулятора (сплошные линии). Таким образом, за время «*о-б*» температура теплоносителя у потребителя несколько раз принимает значение T_1 . Промежуток времени «*о-а*» можно связать с периодами повышенного и пониженного теплопотребления (день-ночь, включение-отключение технологий и т.д.). Данный метод более целесообразен для мощных, но периодически действующих источников теплоты с большим периодом (например, летняя жара).

Предложенный метод аккумуляции теплоты, даёт пример снижения капитальных и текущих затрат в солнечной энергетике, повышения эффективности действия солнечных установок, возможности сохранения и утилизации теплоты, благодаря реализации использования периодических источников теплоты с сохранением в определенные промежутки времени максимальных температур теплоносителя между временами работы источника теплоты.



T — температура, τ — время, сплошная линия — охлаждение теплоносителя в частях аккумулятора, штриховая линия — то же для неделимого аккумулятора с тем же общим объемом (массой), T_1 — максимальная температура теплоносителя, T_2 — температура максимального охлаждения теплоносителя, T_0 — температура окружающей среды, « o - β » — время отключения 1, « o - a » — время работы одной части 2

Рисунок 2 — Изменение температуры теплоносителя

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокин, В.М. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения / В.М. Фокин — М.: Издательство «Машиностроение-1», 2006. — 240 с.
2. Фокин, В.М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена / В.М. Фокин, Г.П. Бойков, Ю.В. Видин. — М.: Машиностроение-1, 2005. — 192 с.
3. Харченко, Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В. Харченко. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 230 с.
4. Основы энергосбережения: курс лекций под ред. Н.Г. Хуткой. — Минск: Техналоя, 1999. — 135 с.
5. Способ аккумулирования теплоты. Заявка № а20030149. Северянин В.С.

УДК 543.5

Селакова В.А., Строгина О.А., Савицкая А.С.

УО «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова», г.Могилев

КАЧЕСТВЕННОЕ И ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТЫХ САХАРОВ И ИХ СМЕСЕЙ МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИИ

The main target of present work is founding laws in infra-red spectrums of simple sugars and their mixes for quality, semi-quantitative and their qualitative their definition in hydrolysates of food hetero-poly-sugars.

Для определения качественного и количественного состава простых сахаров в пищевых продуктах используют методы газо-жидкостной, ионообменной или жидкостной хроматографией высокого разрешения. Количественное определение отдельных сахаров можно проводить с помощью ионометрии с использованием ферментных электродов, обладающих исключительно высокой селективностью к определенным сахарам [1]. При этом мало внимания уделяется использованию метода ИК-спектроскопии для полуколичественного и количественного анализа смесей сахаров.