

СОЛНЕЧНАЯ УСТАНОВКА С СЕЗОННЫМ АККУМУЛЯТОРОМ ТЕПЛА

Данная статья посвящена результатам исследований особенностей работы солнечной установки с сезонным аккумулятором тепла для теплоснабжения жилого дома.

This article is devoted to the results of results of peculiarities of solar plants with season accumulator for house heating.

Активное использование солнечной энергии в различных областях человеческой деятельности показывает перспективность и актуальность этого направления в деле решения проблем энергообеспеченности, энергоэффективности и охраны окружающей среды.

Из большого разнообразия технологий использования солнечной энергии наиболее широкое распространение получила технология нагрева воды для нужд горячего водоснабжения и отопления различных промышленных, сельскохозяйственных и других объектов. В настоящее время существует большое разнообразие различных тепловых солнечных установок с самыми различными техническими решениями элементов его конструкции; самого теплового преобразователя, бака-аккумулятора и способствующих элементов как опорные конструкции, трубопроводы, схемы подачи разбора холодной и горячей воды, системы контроля и управления. Следует сказать, в основной своей массе распространение в мире получили солнечные установки для нужд горячего водоснабжения (80%) с баками-аккумуляторами краткосрочного режима работы (1-3 суток). Эти системы достаточно хорошо изучены и успешно эксплуатируются на практике.

В последние годы активно исследуются комбинированные солнечные установки для отопления различных зданий и помещений. Кроме как: солнечно-теплонасосные установки, солнечно-ветровые комплексы, гибридные установки, совмещающие работу энергии малых водотоков (микроГЭС) и солнца (СУ). Наряду с этими системами все более широкое внимание исследователей привлекают солнечные установки с сезонными тепловыми аккумуляторами, предназначенными в первую очередь для обеспечения отопления помещений в холодное зимнее время. Суть данной технологии заключается в том, что солнечная установка оснащена ёмким тепловым баком-аккумулятором, который в течение длительного времени (несколько месяцев) аккумулирует солнечную энергию и затем в холодный зимний период эта накопленная энергия используется для отопления помещения.

Подобные системы в виде пилотных проектов успешно реализованы в различных странах. Так, в Финляндии (г. Оулу) построена система с сезонным аккумулятором объём аккумулятора 200 000 м³ для теплоснабжения жилого сектора города, а в Швеции (г. Мобека) использовали скальную пещеру, наполненную водой, объёмом в 105 000 м³ и общей площадью солнечных коллекторов в 28 800 м², которые покрывают 100%-ную нагрузку в отоплении и горячем водоснабжении 550 домов.

Кыргызстан является одной из центрально-азиатских республик, где достаточно высок уровень солнечной радиации (летом доходит до 800-1000 Вт/м²) и большая продолжительность солнечного сияния (2800-3000 часов в год.). Одновременно с этим климат резко континентальный и жаркое лето, где температура окружающего воздуха может достигать +25-30⁰С, сменяется достаточно холодной зимой, где температура может упасть до -20-25⁰С. В этих условиях вопрос отопления помещения становится весьма актуальным. Проблема отопления домов в зимний период еще усугубляется тем, что значительная часть населения проживает в отдаленных децентрализованных предгорных и горных районах, где вопрос обеспечения этих потребителей топливом весьма сложен. Привоз топлива ему (уголь, газ, жидкое топливо) обходится весьма

дорого, а в силу своего социального положения он практически не в состоянии приобретать топливо по имеющимся ценам. Целью работы явилось проведение исследований, связанных с изучением возможности использования солнечных систем с сезонным тепловым аккумулятором для отопления жилого дома в условиях Кыргызстана. Объектом исследования был выбран типовой одноэтажный жилой дом, план которого приведен на рис.1. Объемом здания $V = 262,6 \text{ м}^3$, высота $h = 2,89\text{м}$ и общая площадь $90,7\text{м}^2$.

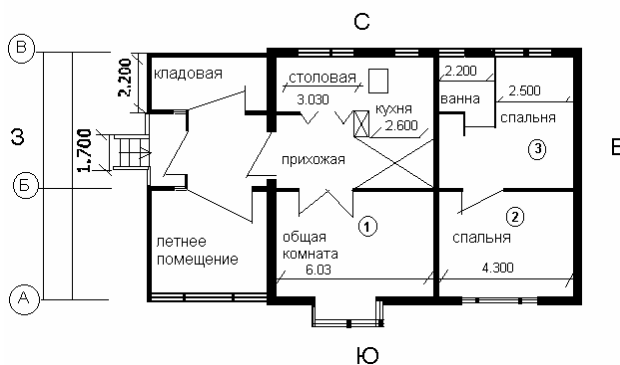


Рис. 1. План дома.

Была построена его расчетная тепловая модель, на основе которой осуществлен расчет теплотерь здания при условии, что температура окружающего воздуха не постоянна, как обычно принято в этих случаях по СНиП [6] (температура холодной пятидневки -23°C), а имеет некоторую зависимость во времени в виде функции $t^0(\tau)$. На рис.2 приведена построенная диаграмма изменения температуры (t^0) окружающего воздуха от времени (τ), полученная на основе обработки многолетних данных метеорологических станций.

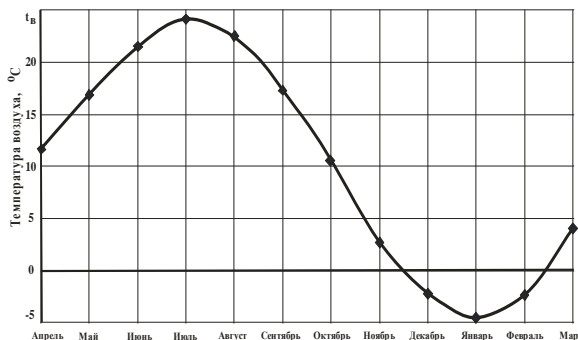


Рис. 2. Диаграмма изменения среднемесячных температур окружающего воздуха (г.Бишкек).

Теплопотери здания определялись как

$$Q = (t_1 - t_2)$$

$F \cdot K \cdot x \cdot y$, (1)

где t_1 - температура внутри помещения, $18^{\circ}\text{C} - \text{const}$;

$t_2 = t^0(\tau)$ - температура окружающего воздуха (величина переменная во времени);

F - поверхности ограждения (пол, стены, окна, и.т.д.); x, y - весовые коэффициенты на стороны света и количество стен;

K - коэффициент теплопередачи.

$$K = 1/R_0 = (1/\alpha_1 + \sum_{i=1}^n R_{\lambda i} + 1/\alpha_2)^{-1}, \quad (2)$$

где α_1, α_2 - коэффициенты теплоотдачи соответственно внутри и снаружи помещения, $R_{\lambda i}$ - термическое сопротивление ограждающей конструкции i -го слоя.

В нашем случае величина $\alpha_1 - \text{const}$, так как температура внутри помещения не меняется и равна $+18^{\circ}\text{C}$. Величину же α_2 определяем как

$$\alpha_2 = \text{Nu} \lambda L, \quad (3)$$

где λ - коэффициент теплопроводности;

L - определяющей размер;

Nu - число Нуссельта,

Число Нуссельта где может быть определено по известным критериальным уравнениям [2] в зависимости от течения жидкости. Как известно, в критериальном уравнении фигурируют числа Грасгоффа, (Gr), Прантля, (Pr) и др. В нашем случае эти параметры определялись в зависимости от свойств воздуха, изменение которого

определялось функцией $t^0(\tau)$ согласно диаграмме, приведенной на рис. 2. Окончательное число Грасгоффа определилось итерационным методом:

$$G_r = q\beta(t_c - t_2)l^3/\gamma^2 \quad (4)$$

В последующем, после определения α_2 и K , находим плотности теплового потока из уравнений

$$q_1 = k(t_1 - t_2); \quad q_2 = \alpha_2(t_c - t_2) \quad (5)$$

и затем уточняем температуру стенки. Это происходит до тех пор, пока не выполнится равенство

$$q_1 = q_2. \quad (6)$$

Выполнение условия (6) обеспечивает достаточную точность при определении коэффициентов теплоотдачи α_2 и теплопередачи K .

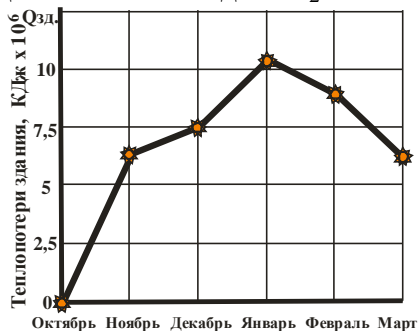


Рис. 3. График теплотерии жилого дома.

После чего определяем общие тепловые потери через ограждающие поверхности дома по формуле (1). На основе данного подхода был разработан алгоритм расчета и построена модель теплового процесса, которая была реализована на программе DELFI. Результаты расчетов тепловых потерь здания в отопительный период с учетом реальных изменений температуры окружающего воздуха приведены на рис.3. На следующем этапе нами был осуществлен синтез принципиальной схемы солнечной

системы теплоснабжения дома с использованием сезонного бака – аккумулятора, которая приведена на рис.4

Работает установка в обычном режиме и обеспечивает зарядку аккумулятора в период с апреля по ноябрь месяц, а в отопительный период с ноября по март происходит отбор тепла для отопления.



Рис. 4. Принципиальная схема солнечного теплоснабжения дома с сезонным аккумулятором.

Были исследованы особенности процессов зарядки и разрядки сезонного аккумулятора с учетом его тепло технических и изоляционных характеристик. Для решения данной задачи была построена модель бака- аккумулятора (рис.5) и разработана

программа, позволяющая осуществить анализ процесса зарядки и разрядки аккумулятора при различных внешних параметрах среды (температура окружающего воздуха $t_{ок}$, уровень сложной радиации, J скорость воздушного потока v), параметров солнечной установки (угол наклона солнечного коллектора γ , площадь коллекторного поля F , коэффициентов отражательной τ и поглощающей способности α солнечного коллектора, оптического КПД ($\sum_{опт.}$ и др.) а также теплотехнических параметров самого бака-аккумулятора (коэффициента теплопроводности стенки бака λ , толщины изоляции δ). Исследования влияния этих параметров на эффективность работы солнечной установки является предметом других исследований. В данном случае рассмотрены и решены лишь ряд следующих задач.

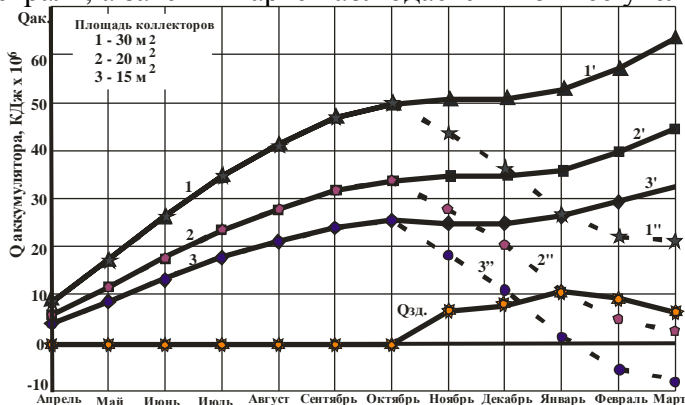
- Изучить особенность накопления тепла аккумулятором в весенне-осенний период (апрель-ноябрь).
- Проследить процесс зарядки аккумулятора в зимний отопительный период при условии отсутствия отбора тепла.
- Рассмотреть особенности разрядки аккумулятора в отопительный период (ноябрь-март).
- Сравнить возможность покрытия тепловых потерь здания в отопительный период за счет накопленного тепла баком- аккумулятором при различных значениях площади солнечного коллекторного поля.

Решение этих задач было осуществлено для условий г. Бишкек, при этом температура изменения окружающей среды была принята согласно диаграмме, приведенной на рис.2. Изменение интенсивности уровня солнечной радиации $J(\tau)$ рассчитано для г. Бишкек при угле наклона солнечного коллектора $\gamma = 45^{\circ}$. Скорость воздушного потока принята постоянной и равной $V=5\text{ м/с}$; обобщенный коэффициент поглощения $\tau\alpha=0,95$; оптический К.П.Д. $h_{оп}=0,9$; Расчет обобщенного коэффициента теплопроводности бака- аккумулятора был рассчитан как для многослойной стенки (сталь, теплоизоляция, бетонная штукатурка) с общей толщиной изоляции $\delta=30$ см.

Полученные результаты исследований приведены в виде диаграмм, представленных на рис 6.

Из диаграмм можно видеть, что при принятых исходных параметрах модели в период с апреля по март месяц происходит достаточно активное аккумулирование тепла. При чем характер роста кривой имеет явно не линейный характер, а величина аккумулированной энергии существенным образом зависит от площади солнечных коллекторов. Наблюдения за температурой воды в баке-аккумуляторе показали, что в зависимости от площади коллекторов вода может нагреваться от $+13^{\circ}\text{C}$ до температур 60°C , 78°C , 97°C .

Из рис 6 также можно видеть, что, несмотря на более низкий уровень солнечной радиации в зимний отопительный период, процесс накопления тепла в баке-аккумуляторе продолжается (кривые $1^1; 2^1; 3^1$). Однако интенсивность роста тепла значительно снижается до февраля, а затем в марте наблюдается вновь её увеличение.



Наиболее интересным представляется динамика изменения накопленной тепловой энергии в отопительный период, когда осуществляется отбор для покрытия тепловых потерь здания ($Q_{зд}$) (кривые $1'', 2'', 3''$). Как видно, в этот период, происходит резкое снижение количество тепла в баке-аккумуляторе. Причем величина накопленной тепловой энергии аккумулятором при площади

Рис. 6. Диаграмма изменения тепловой емкости аккумулятора с учетом и без учета теплотерь здания.

солнечных коллекторов 15 м^2 уже не может быть полезно использована для отопления уже в начале января

месяца, а при $F=20\text{ м}^2$ достаточна лишь до начала февраля. Представляется интересным случай при $F=30\text{ м}^2$, как видно в данном случае практически количество накопленной энергии аккумулятором не только обеспечивает 100% покрытие тепловых потерь здания, но имеет ещё определенный запас.

Из полученных результатов можно сделать вывод о перспективности использования сезонных аккумуляторов тепла для нужд теплоснабжения жилых домов и помещений в условиях нашей Республики.

Литература:

1. Даффи Дж.В., Бекман Ч.А., - Тепловые процессы с использованием солнечной энергии.-М.: Мир. 1977.
2. Михеев Н.А., Михеева И.Н. - Основы теплопередачи.-М., 1980.
3. Обозов А.Дж. Использование солнечной энергии в Киргизии /Сб.докл.ЧССР., Братислава,1990.
4. Обозов А. Дж. – Автономный жилой дом с системой солнечного теплоснабжения, , Бишкек: КНИИТИ 1991.
5. Справочник по климатологии СССР. (Кыргызская ССР) 32 том. СНиП 23.01.98. Строительная теплотехника