

*Е. А. Перевозчиков*

Южно-Уральский государственный аграрный университет,

г. Челябинск

[ibnhottab\\_9595@mail.ru](mailto:ibnhottab_9595@mail.ru)

## ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

*В работе исследованы возможности теплоснабжения индивидуального жилого дома с использованием энергии солнца и рассредоточенной системы отопления.*

Ключевые слова: *тепловой баланс; система отопления; гелиоэнергетическая установка; экономический эффект.*

*E. A. Perevozchikov*

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk

## HEATING AND HOT WATER SUPPLY OF AN INDIVIDUAL RESIDENTIAL HOUSE USING A SOLAR COLLECTOR IN CONDITIONS OF THE SOUTHERN URAL

*In the work the possibilities of heat supply of individual residential house with use of solar energy and distributed heating system are investigated.*

Key words: *thermal balance; heating system; solar power plant; economic effect.*

Солнечная энергия является одной из перспективных областей возобновляемой энергетики, основанной на прямом использовании солнечной радиации для получения электричества, энергии для отопления и горячей воды [1].

Важным моментом является тот факт, что сырьем для изготовления солнечных элементов является один из самых распространенных элементов – кремний. В земной коре кремний

является вторым элементом после кислорода (29,5 % по массе). В течение 30 лет один килограмм кремния на фотоэлектрической станции вырабатывает столько же электричества, сколько 75 тонн топлива на теплоэлектростанции. Однако строительство солнечных электростанций требует выделения обширных земель, сопоставимых по размерам с гидроэнергетическими резервуарами. Еще одним недостатком солнечной энергии, по мнению экспертов, являются высокие первоначальные затраты. Обеспечение эффективной работы энергосистемы, элементами которой являются солнечные электростанции, возможно при условии:

- наличия значительных резервных мощностей, использующих традиционные энергоносители, которые можно подключить ночью или в пасмурные дни;
- проведения масштабной и дорогостоящей модернизации электросетей.

Несмотря на этот недостаток, солнечная энергетика продолжает развиваться в мире. Прежде всего, из-за того, что солнечная энергия будет дешевле и через несколько лет станет значительной конкуренцией нефти и газу [1].

Для проведения эксперимента в климатических условиях Челябинской области был выбран индивидуальный жилой дом общей площадью 170,9 м<sup>2</sup>, для которого требовалось рассчитать отопление и горячее водоснабжение с использованием солнечных коллекторов.

Расчет теплового баланса проводился на расчетную температуру региона –34 °С (с обеспеченностью 0,92) [2]. Результаты расчета приведены в таблице.

Теплопотери через ограждающие конструкции

Конструкции	Площадь, м <sup>2</sup>	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$t_{в} - t_{н}$ , °С	Потери, Вт
Стены первого этажа	195,9	0,376	55	11647,28
Наружные двери	2,4	0,55	55	59,63
Чердачное перекрытие	131,9	0,026	55	189,9
Окна	16,2	4,98	55	3358,157
Итого				15254,967

Таким образом, полная потребность в тепловой энергии на цели отопления составляет 15254,967 Вт.

В качестве системы отопления была выбрана система напольного отопления (теплый пол). Гидравлический расчет показал, что при длине трубы отопительного контура, равной 725 м, расход теплоносителя составит 0,617 м<sup>3</sup>/ч, общие потери давления 6,57 кПа.

При расчете и выборе гелиоустановки, в результате сравнительного анализа достоинств и недостатков схем подключения, был сделан выбор в пользу двухконтурной системы с принудительной циркуляцией теплоносителя с баком-аккумулятором с целью повышения эффективности, а также в связи с непостоянством поступления солнечной энергии.

Выбор гелиоэнергетической установки ведется на основе проектных расчетов для конкретного потребителя с заданными характеристиками.

В качестве солнечного коллектора (СК) выбран вакуумированный коллектор, т. к. плоский коллектор менее эффективен по условию замещения энергии и экономии топлива [3]. Оптимальная площадь гелиоэнергетической установки (ГЭУ) в составе комплекса по энергетическим и экономическим показателям определяется стоимостью тепловой энергии от систем комплексного энергоснабжения (СКЭ). Для проектирования гелиоустановок необходимы значения суммарной, прямой и рассеянной энергии, например, для ноября это значение равно 2,96 МДж/м<sup>2</sup>, оно определяется по формуле [4]. Теплопроизводительность ГЭУ в зависимости от угла наклона, имеет наибольшее значение, равное 1138 МДж/м<sup>2</sup> при угле наклона 65° относительно горизонта, определена по формуле:

$$H = H_0 \left( a + b \cdot \frac{S}{S_0} \right)$$

где  $H_0$  – значение солнечной радиации, поступающей, вне атмосферы;  $S$ ,  $S_0$  – соответственно действительная и возможная продолжительность солнечного сияния;  $a$ ,  $b$  – коэффициенты регрессии, показывающие связь между солнечной радиацией и продолжительностью солнечного сияния.

Теплоснабжение дома по предложенной схеме осуществляется с отпуском тепла на отопление и горячее водоснабжение (рисунок).

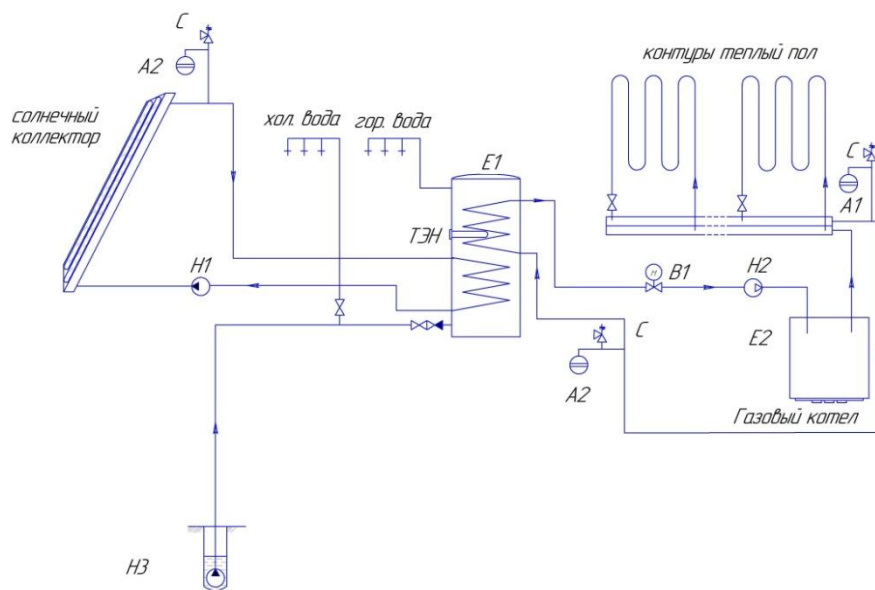


Схема подключения солнечного коллектора в системе напольного отопления:

*A1* – расширительный мембранный бак контура теплого пола; *A2* – расширительный мембранный бак гелиоустановки; *B1* – вентиль с электроприводом, управляемый от контроллера; *E1* – емкостный водонагреватель; *E2* – пиковый догреватель (резервный источник тепла); *H1* – циркуляционный насос гелиоустановки; *H2* – циркуляционный насос контура теплого пола; *H3* – погружной насос; *C* – автоматические воздушные клапаны

Нагрузка горячего водоснабжения характеризуется значительной суточной неравномерностью, т. е. в системах горячего водоснабжения существуют такие режимы работы, когда отбор воды на горячее водоснабжение практически отсутствует. Для выравнивания суточной неравномерности потребления горячей воды целесообразно установить аккумулятор теплоты ГВС, основным условием для выбора объема бака-аккумулятора является температура, при которой бак не начнет закипать при аккумуляции вырабатываемой солнечными коллекторами солнечной энергии. По значениям, рассчитанным ранее (температуре и объему бака), найдено то количество тепловой энергии, которое может быть использовано напрямую от солнечного коллектора, например, для марта это значение равно 184,4 МДж.

По результатам этих расчетов можно сделать вывод о том, что использовать солнечную энергию напрямую на отопление дома не всегда возможно. Так, например, в январе температура в баке достигает всего 28,4 °С. Поэтому вся выработанная энергия остается в баке недоиспользованной, и требуется пиковый догреватель в виде газового котла.

Стоит также отметить, что в летний период вырабатываемая солнечная энергия намного превышает потребную. Поэтому в конце дня в баке-аккумуляторе останется излишняя энергия, которая может быть использована в пасмурные дни.

Анализ результатов показывает, что для каждого месяца требуется своя площадь гелиоустановки: например, в июле требуется 10 м<sup>2</sup> площади гелиоустановки, а в январе – 221 м<sup>2</sup>. Так как данная система отопления рассчитывается для реального дома, то установка солнечных коллекторов большой площади невозможна.

Для выбора оптимальной площади необходимо знать удельные затраты на ГЭУ и на использование традиционных источников энергии [5]. Затраты на использование солнечной энергии можно определить по капитальным вложениям в удельную площадь СК и суммарному значению необходимых отчислений, результаты расчетов показали, что в июне затраты составили 6103 руб. Далее, определив стоимость полезной энергии, вырабатываемой от ГЭУ за июль, равной 1,5 руб./МДж, рассчитан срок окупаемости необходимых капиталовложений на ГЭУ. Для этого, зная стоимость энергии от традиционных источников энергии и стоимость энергии от СКЭ, равных соответственно 2 руб. и 1 руб., определена стоимость энергии от ГЭУ, равная 0,59 руб. Отсюда следует, что срок окупаемости примерно равен 9 лет.

Расчет экономического эффекта показал, что, несмотря на то, что стоимость гелиоустановок значительно превышает стоимость установки и обслуживания газового оборудования, экономия общих затрат значительна.

Таким образом, использование солнечных коллекторов в сочетании с рассеянным обогревом (теплый пол) для автономного

отопления и горячего водоснабжения в условиях Южного Урала возможно и экономически выгодно.

#### Список использованных источников

1. Солнечная энергетика России : перспективы и проблемы развития [Электронный ресурс]. URL: <https://gisee.ru/audit/articles/solar-energy/24510/> (дата обращения: 25.11.2019)
2. Магнитова Н. Т. Теоретические основы создания микроклимата в помещении : учебное пособие / Н. Т. Магнитова, А. Н. Нагорная, Е. Ю. Анисимова. Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. 25 с.
3. Солнечные коллекторы для частного дома. Перспективная технология для организации горячего водоснабжения и отопления [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/guide/solnechnye-kollektory.html> (дата обращения: 25.11.2019)
4. Шерьязов С. К. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве : учебное пособие / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина. Челябинск : ЧГАА, 2013. 280 с.
5. Низамутдинова Н. С. Экономическая оценка проектов возобновляемой энергетики: монография / Н. С. Низамутдинова, О. С. Пташкина-Гирина. Beau Bassin : LAP Lambert Academic Publishing, 2019. 101 с.