

Цветные графики на рис. 2 иллюстрируют поведение системы при запуске из холодного состояния и позволяют оценить время переходного процесса до выхода на режим (около 10 минут). Зависимость является типовой для запуска в период отрицательных температур и позволяет оценить, какое количество тепловой энергии из аккумулированной баком теряется при запуске (в эксперименте бак остыл на 3 градуса).

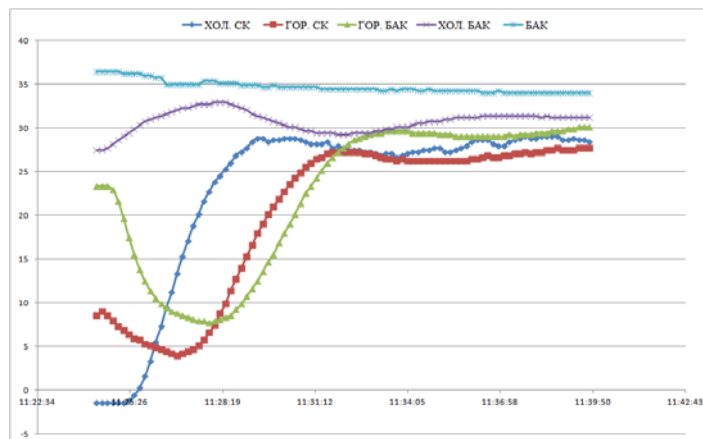


Рис. 2. Температурные характеристики системы при пуске (начальная температура бака 36 °С, наружного воздуха (-3 °С); расход – 3 л/мин)
 ХОЛ. СК – температура на входе в СК; ГОР. СК – температура на выходе из СК; ГОР. БАК – температура горячей воды на входе в бак; ХОЛ. БАК – температура воды на выходе из бака перед насосом; БАК – температура в верхней точке бака

Представленные зависимости (рис. 3, 4) иллюстрируют работу системы в режиме нагрева бака-аккумулятора, позволяющего накапливать тепловую энергию в солнечные периоды и поддерживать температуру в пасмурные.

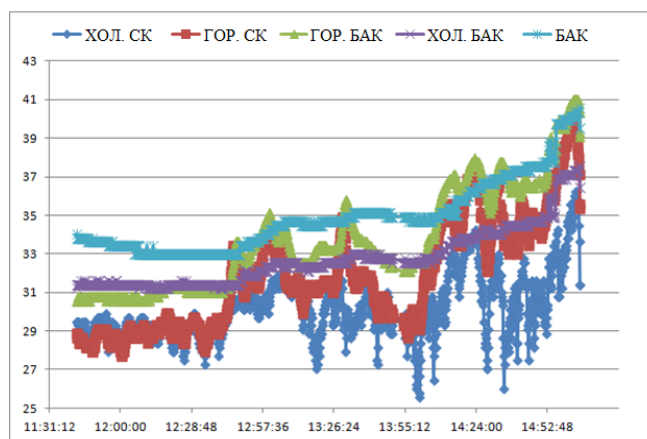


Рис. 3. Температурные зависимости в облачную погоду с прояснениями при относительно большом расходе в 3 л/мин

Для пасмурной погоды, когда солнечный коллектор не в состоянии обеспечить требуемую температуру, целесообразно «отключать» контур солнечного коллектора и пускать по нему рециркуляцию с целью увеличения температуры до необходимой (рис. 5). Такой режим позволяет, с одной стороны, сохранить тепло бака, с другой, даже при наличии малой освещенности, получать тепловую энергию необходимой температуры.

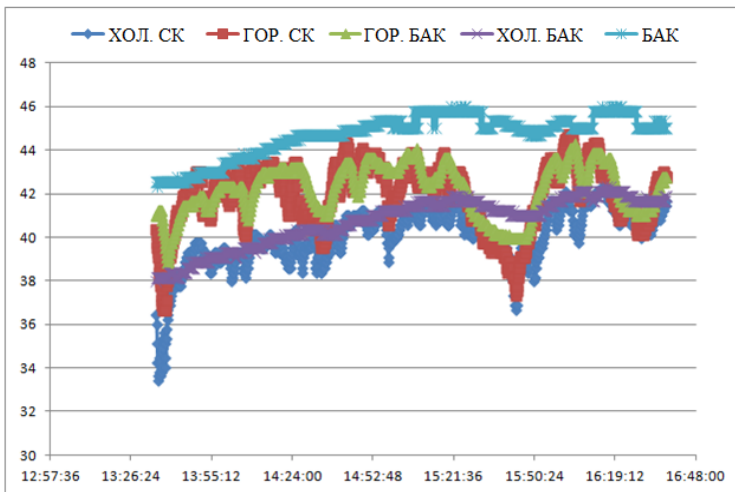


Рис. 4. Температурные характеристики системы в пасмурную погоду при расходе в 3 л/мин

Важной мерой поддержания заданной температуры является регулирование расхода. Уменьшение расхода с 3 л/мин до 1 л/мин позволило достичь более высоких значений разностей температур на коллекторе.

Как видно из графика (рис. 5), в течение дня происходит нагрев бака от 30 до 50 градусов. Достижение подобных относительно высоких температур обусловлено снижением расхода теплоносителя до 0,6 л/мин.

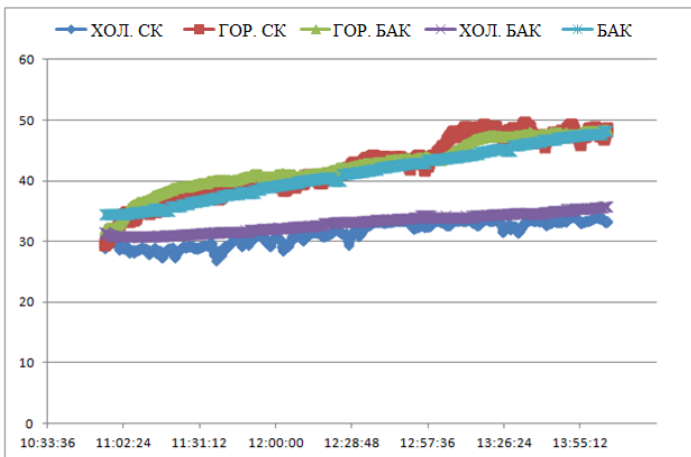


Рис. 5. График температур в режиме нагрева бака в ясную погоду и при температуре окружающего воздуха в пределах (-5...-2 °С), расход 0,6 л/мин

Рост мощности обусловлен увеличением мощности солнечной радиации и прогревом системы. Тепловые потери в системе определялись, в основном, разностью температур между окружающей средой и выходом с коллектора.

Рис. 6. График изменения мощности в течение дня в режиме нагрева бака в ясную погоду и при температуре окружающего воздуха в пределах (-5...-2 °С), расход – 0,6 л/мин

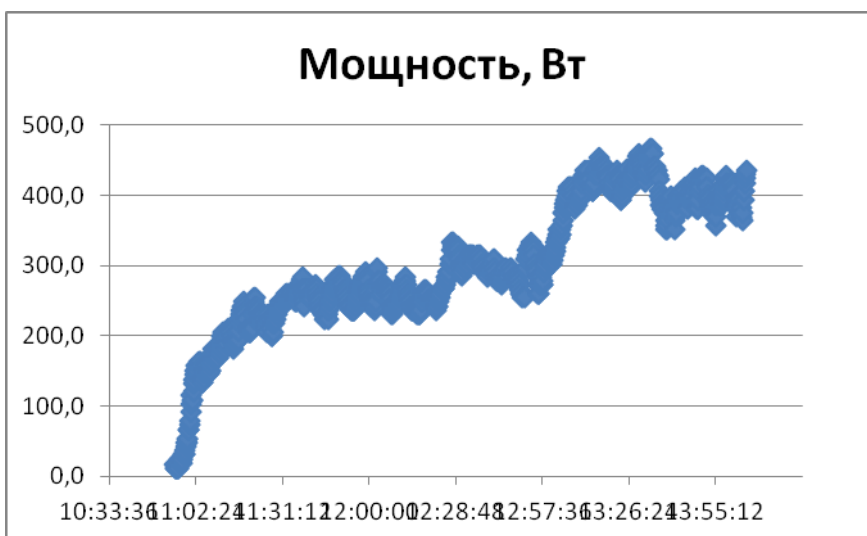


Рис. 6. График изменения мощности в течение дня в режиме нагрева бака в ясную погоду и при температуре окружающего воздуха в пределах (-5...-2 °С), расход – 0,6 л/мин

КПД системы (рис. б) также возрастает по мере увеличения мощности солнечной радиации к полудню, что обусловлено конструктивными особенностями вакуумной трубки данного коллектора: лучи перпендикулярны поверхности абсорбера в полдень и, таким образом, достигается наибольшая эффективность.

Рис. 6. График изменения мощности в течение дня в режиме нагрева бака в ясную погоду и при температуре окружающего воздуха в пределах (-5...-2 °С), расход – 0,6 л/мин

При отрицательных температурах осуществлен нагрев бака-аккумулятора с 35 до 50 градусов в течение солнечного дня, что составило 15 МДж тепловой энергии. Потери в трубопроводах составляли 1-3 градуса. КПД системы достигал значений в 67 %.

Подобные системы могут быть использованы в регионах с высокими значениями ГСОП, так как конструкция коллектора с вакуумными трубками препятствует потерям тепла в результате конвекции.

Таким образом, используя вакуумный солнечный коллектор, при наличии качественной теплоизоляции трубопроводов, возможно эффективное преобразование солнечной энергии в зимнее время в условиях Уральского региона с уровнем ГСОП, равным 6000, и подача тепла на ГВС и отопление.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ ГВС И ОТОПЛЕНИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ДОМА В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

*Данилов В.Ю., Филипенко А.А., Велькин В.И.
УрФУ, v.i.velkin@ustu.ru*

Практическое использование солнечной энергии в России находит в настоящее время наибольшее применение в Краснодарском крае [1], имеющем невысокий показатель ГСОП (градусо-суток отопительного периода), равный 3500. Свердловская область имеет гораздо более суровый климат (значение ГСОП около 6000) и, соответственно, высокий риск применения солнечных коллекторов [2].

В апреле 2012 г. на основе расчетов и экспериментальных данных разработана схема и начался монтаж вакуумных солнечных коллекторов на 10-этажном многоквартирном доме в Екатеринбурге [3]. Схема системы вакуумных СК представлена на рис. 1.

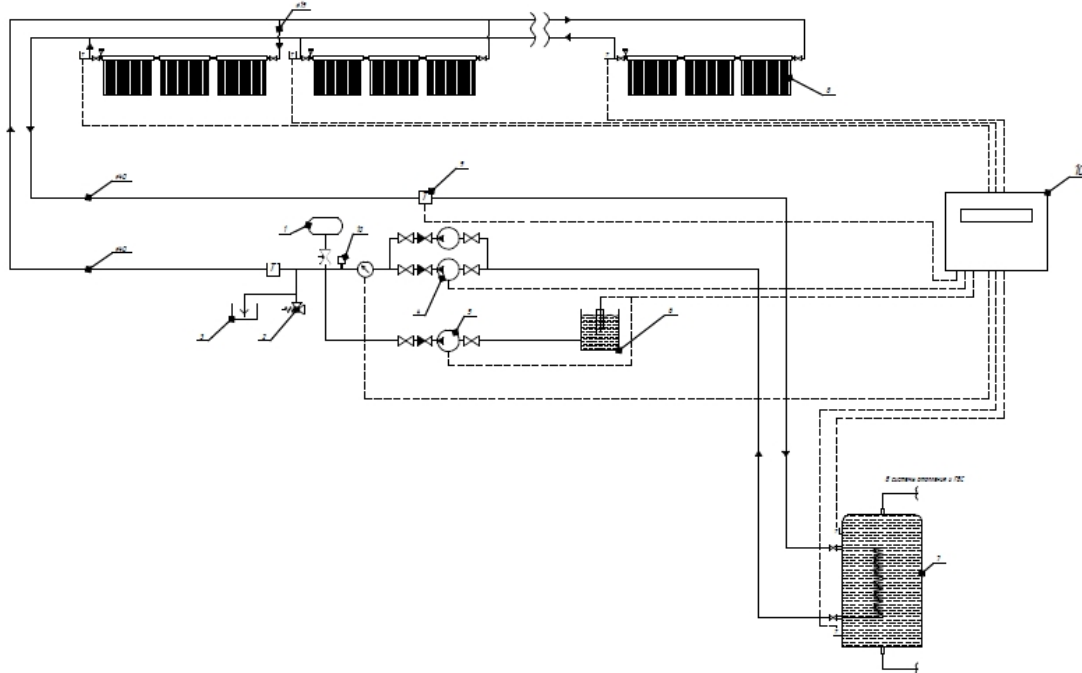


Рис. 1. Схема системы солнечного теплоснабжения многоквартирного жилого дома в мегаполисе (г. Екатеринбург, Родонитовая, 8)

Выбор типа установки определяется с учетом климатических условий. В условиях умеренных широт и холодного климата (при любой солнечной радиации) плоские коллекторы будут нести значительные тепловые потери, обусловленные прежде всего конвекцией, что делает их применение нецелесообразным. С другой стороны, слой вакуума в трубчатом коллекторе позволяет сохранить полученную тепловую энергию.

С технологической точки зрения процесс изготовления вакуумных коллекторов (особенно с тепловыми трубками) является более сложным и, соответственно, более дорогим, по отношению к плоским системам.

Системы с плоскими коллекторами широко применяются в странах с большими значениями дневных сумм солнечной радиации, а также в Краснодарской крае России, поскольку, с одной стороны, обеспечивают потребности в горячей воде (чаще всего – индивидуальных домохозяйств), а, с другой, – являются наиболее эффективным вложением средств, поскольку имеют относительно малую стоимость. Для решения задач не только обеспечения горячего водоснабжения, но и отопления, необходимо иметь высокие температуры и возможность работать в зимних условиях, а также в облачную погоду.

В большей степени удовлетворяющим этим требованиям решением является система вакуумных коллекторов с тепловыми трубками. Теплопередача от тепловых трубок является более эффективной и позволяет установке работать в широком диапазоне погодных условий [4].

Таким образом, с учетом достоинств и недостатков обеих систем, для проекта использования солнечной энергии на многоквартирном доме в качестве основных элементов гелиосистемы были выбраны вакуумные солнечные коллекторы с тепловыми трубками.

На рис. 2 представлено сравнение мощности потока солнечной радиации для 4-х значений углов.

$I_H, \text{Вт/м}^2$

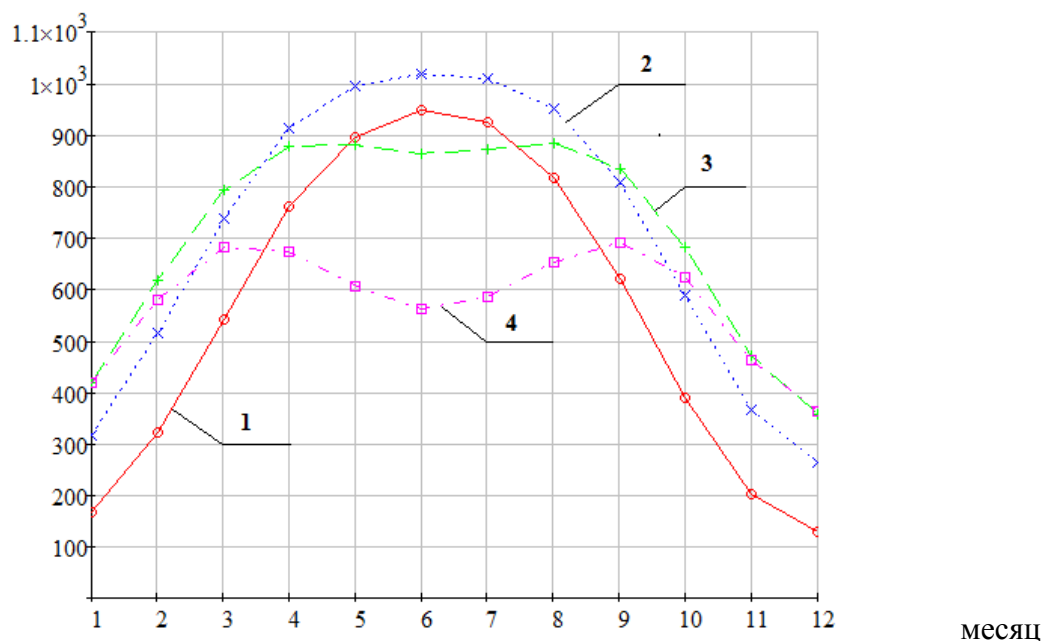


Рис. 2. Расчетная зависимость мощности потока солнечной радиации от месяца для углов наклона СК 1 – 10°; 2 - 45°; 3 - 65°; 4 - 90°