

УДК 697.329:004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ СИСТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

д.т.н. Савицкий Н.В., к.т.н. Адегов А.В., м.н.с. Кудрявцев А.П.,
асс. Волошко В.Н., магистр Ефременко А.А.
*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры»*

Постановка проблемы.

Проблемы которые, существуют в Украине с поставками природного газа вынуждает искать альтернативные источники теплоты в первую очередь для нужд горячего водоснабжения. К таким источникам теплоты относятся солнечные коллекторы. Использование солнечной энергии для горячего водоснабжения на сегодняшний день является одной из технически подготовленных технологий. Существует большое разнообразие конструкций плоских солнечных коллекторов и технических решений их использования для подготовки горячей воды. Выбор наиболее эффективной системы солнечного горячего водоснабжения(СГВС) можно решить с помощью компьютерного моделирования работы таких систем.

Цель исследования.

По заранее построенной геометрической модели системы солнечного горячего водоснабжения, провести исследование эффективности сезонной работы солнечного коллектора расположенного горизонтально и под углом к поверхности земли.

С помощью построенной вычислительной модели оценить температуры воды в баке-аккумуляторе и время, за которое она достигнет нормируемых величин.

Изложение основного материала.

В качестве исследуемой системы СГВС на рис.1 был взят плоскийсолнечный коллектор, бак-аккумулятор и циркуляционный насос. Плоский солнечный коллектор состоит из гелиопрофоля ТЕПС длиной 1 м, набранный параллельно из десяти гелиопрофилей, площадь поглощающей поверхности равна $F_{ск}=1,65$ м². Геометрическая модель солнечного коллектора представлена на рис.2. Данный солнечный коллектор имеет ряд преимуществ перед другими плоскими солнечными коллекторами. Возможность монтажа данного солнечного коллектора в строительные конструкции или установка автономно на раме, гибкость в мощностях, использование наборных гелиопрофилей дает возможность более точно подбирать необходимую площадь солнечного коллектора.

Моделирования СГВС предусматривает детальный расчет режимных параметров установки в течение расчетного периода. На каждом шаге динамического моделирования установки контролируется температура и скорость теплоносителя в баке и в самом солнечном коллекторе, также фиксируется момент достижения заданных контрольных уровней

температуры. В качестве контрольных уровней выбраны температуры воды 45°C и 55°C . Эти уровни температуры фигурируют в нормативных документах по горячему водоснабжению различных потребителей.

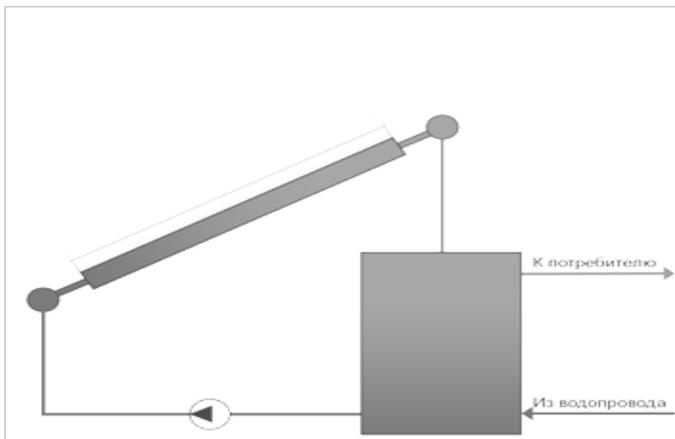


Рис.1 Система солнечного горячего водоснабжения

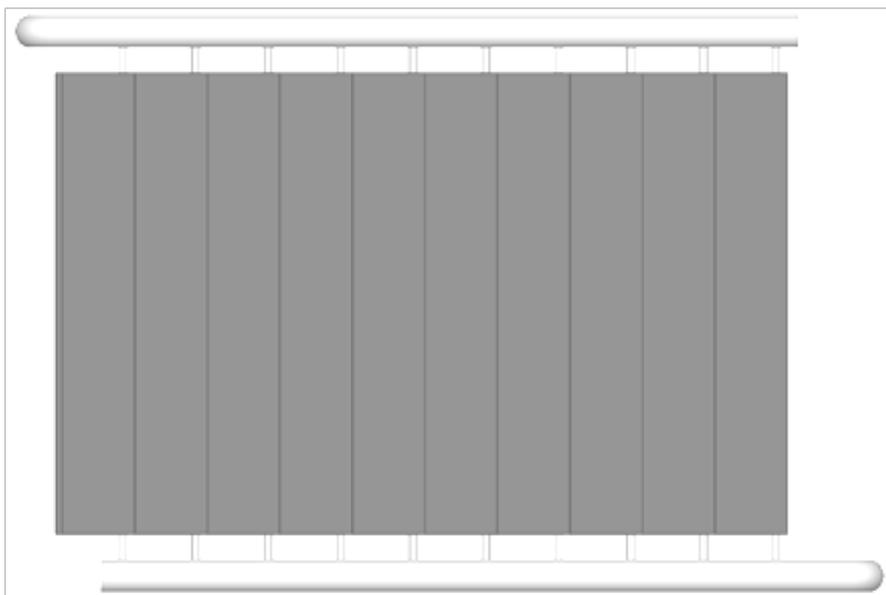


Рис.2 Геометрическая модель солнечного коллектора

Начальные условия моделирования:

Расчет проводился в динамичном режиме, время старта расчета 7:00, и продолжительностью в 13 часов, данная продолжительность расчета охватывает весь солнечный день, в рассматриваемые периоды года: весна, лето, осень. Солнечный коллектор ориентирован строго на юг. Угол наклона солнечного коллектора к горизонту рассчитывается в двух положениях, горизонтально 0° , и под углом 35° к горизонту [2]. Солнечная радиация задавалась в зависимости от широты и полушария. Географические координаты приняты $48^\circ 22'$ северной широты, что соответствует Днепропетровску. Наружная температура имитировалась как температурное условие на поверхности первого слоя светопрозрачного ограждения солнечного коллектора, которое изменялось в зависимости от колебаний наружного воздуха, в солнечный день исследуемого периода. Данные суточных колебаний температур были взяты за 2012 год [3]. Солнечный коллектор представляет собой теплоизолированную с тыльной стороны и боков конструкцию, тепловыми потерями в которой можно пренебречь, и закрытый сверху светопрозрачным ограждением. Солнечный коллектор выполнен из алюминия, начальная температура солнечного коллектора равна начальной температуре окружающей среды. Предполагается, что поверхность коллектора окрашена в темный матовый цвет степень черноты $\epsilon_n = 0,9$.

Светопрозрачное ограждение выполнено в два слоя стекла, с воздушной прослойкой, начальная температура воздушной прослойки равна начальной температуре наружного воздуха. Бак и трубопроводы считаются хорошо теплоизолированными, тепловые потери в них не рассчитывались. Объем системы равен $V_{ск} = 70$ л, объем системы выбран по соотношению площади поглощающей поверхности солнечного коллектора к объему системы. Соотношение площади поглощающей поверхности солнечного коллектора к объему системы равно $F_{ск}/V_{ск} = 1,65/70 \text{ м}^2/\text{л}$, данное соотношение находится в пределах $F_{ск}/V_{сут} = 1/100 \div 3/100 \text{ м}^2/\text{л}$ [4]. Начальная температура теплоносителя равна $t_{в.н.} = 10$ $^\circ\text{C}$. В течение исследуемого периода отбор воды не осуществляется, т.к. подмес холодной воды в систему уменьшит среднюю температуру воды на входе в солнечный коллектор.

Результаты моделирования:

В результате моделирования были получены температуры нагрева теплоносителя в системе СГВС в рассматриваемых периодах года. Из представленных графиков на рис. 3, 4, 5, 6 видно, что прогрев теплоносителя при горизонтальном расположении плоского солнечного коллектора системы СГВС в большинстве случаев не достигает двух контрольных уровней температур в световой день. При расположении плоского солнечного коллектора системы СГВС под углом 35° к горизонту прогрев теплоносителя, достигает и превышает контрольные уровни температур см. рис 3, 4, 5, 6. Что позволяет, увеличить объем использованной воды с помощью увеличения бака-аккумулятора или путем подмешивания холодной воды.



Рис 3. График прогрева теплоносителя в апреле

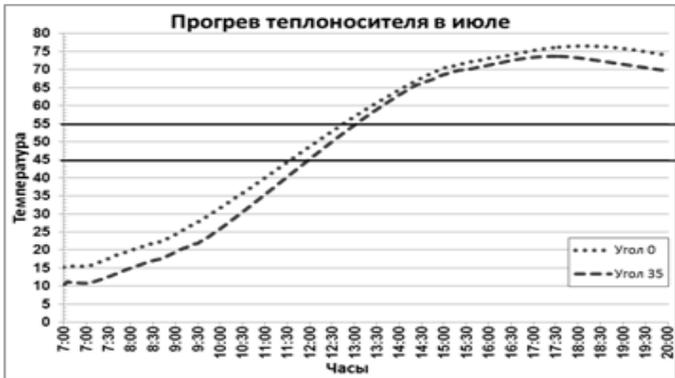


Рис 4. График прогрева теплоносителя в июле

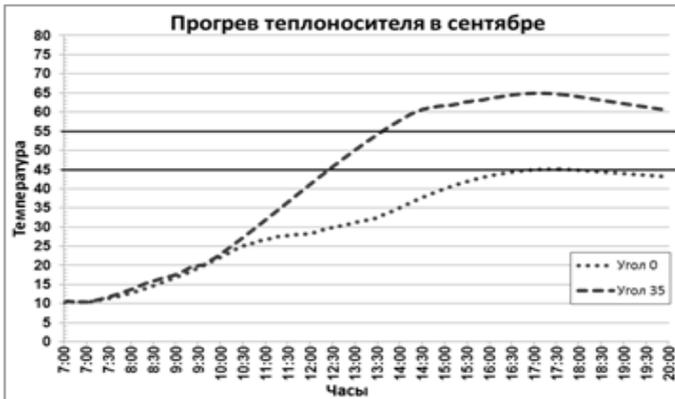


Рис 5. График прогрева теплоносителя в сентябре

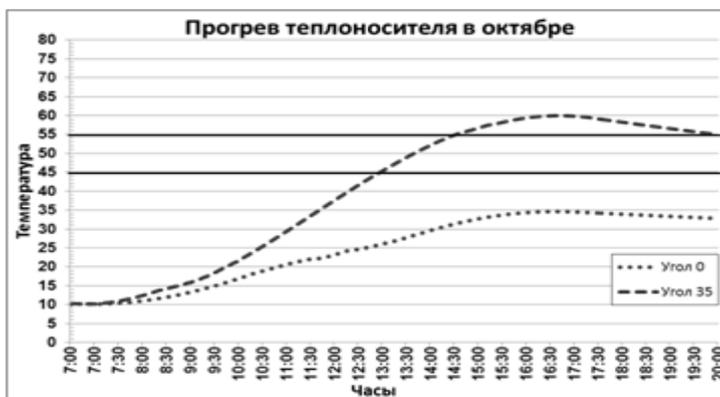


Рис 6. График прогрева теплоносителя в октябре

Выводы:

В результате моделирования прогрева солнечного коллектора было выявлено:

- Время нагрева теплоносителя до первого контрольного уровня 45 оС температур находится в интервале от 12:00 до 13:00 часов дня, продолжительность нагрева составляет не более 6 часов.

- Время нагрева теплоносителя до второго контрольного уровня 55 оС температур находится в интервале от 13:00 до 14:30 часов дня, продолжительность нагрева составляет не более 7,5 часов.

- Превышение контрольных уровней температур наблюдалось во всех расчетных периодах при угле наклона $\angle 35^\circ$ к горизонту плоскости солнечного коллектора в среднем на 15 оС. Использование плоского солнечного коллектора под углом $\angle 35^\circ$ к горизонту позволяет, увеличить объем бака-аккумулятора до 100л или увеличить объем подмешивания холодной воды.

В климатических условиях Днепропетровском регионе СГВС из профиля ТЕПС может эффективно использоваться в период с апреля по октябрь месяц.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Алямовский А. А. SolidWorksSimulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448с.
2. Гелиотехника Logasol для горячего водоснабжения и поддержки отопления. Документация для проектированияBuderus. 2010.- 132с.
3. Информация с сайта meteo.infospace.ru
4. О. С. Попель, С. Е. Фрид. Показатели солнечной водонагревательной установки в климатических условиях различных регионов России // Энергосбережение. 2002 №4.
5. Даффи Дж. А., Бекман У. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. М.: Мир, 1974. – 356с.