

МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ ТЕПЛОВОЙ БАТАРЕИ НА БАЗЕ ТЕРМОСИФОНОВ

Оглоблин Г.В. Фризен А.С.

АмГПГУ, Комсомольск на Амуре, Россия

В работе рассмотрены варианты тепловых коллекторов на термосифонах исследованы тепловые характеристики тепловых насосов в различных зонах труб. Определена возможность управления световым потоком с помощью поляроида. Получена зависимость температуры, развиваемая коллектором от угла нормально падающего к его поверхности светового потока от Солнца.

MODEL OF SOLAR THERMAL BATTERY BASED ON THERMOSYPHONS

Ogloblin G. V. Frisen A. S.

AmGPGU, Komsomolsk on Amur, Russia

The article considers variants of thermal collectors in the thermosyphon investigated the thermal performance of heat pumps in different zones of the pipe. Defines the possibility of controlling light flow with the help of Polaroid. The obtained dependence of the temperature delivered by the collector from the incident angle normal to the surface of the luminous flux from the Sun.

Модель тепловой батареи состоит из двух основных частей : гидравлических термосифонов 3 и корпуса солнечного коллектора 1 рис.1



Рис.1. Модель солнечной термобатареи. 1. Корпус коллектора. 2.Теплообменник. 3.Термосифоны. 4. Фонарь создающий световой поток

(модель солнечного светового потока). 5. Транспортир. 6. Жидкостный термометр. 7. Электронный термометр.

Базовый элемент термосифона – стеклянная труба 3 диаметром 8 мм, длиной 250 мм. Рис.2. Перед заправкой её активным веществом 3 один из концов 4 трубки заваривается газовой горелкой.

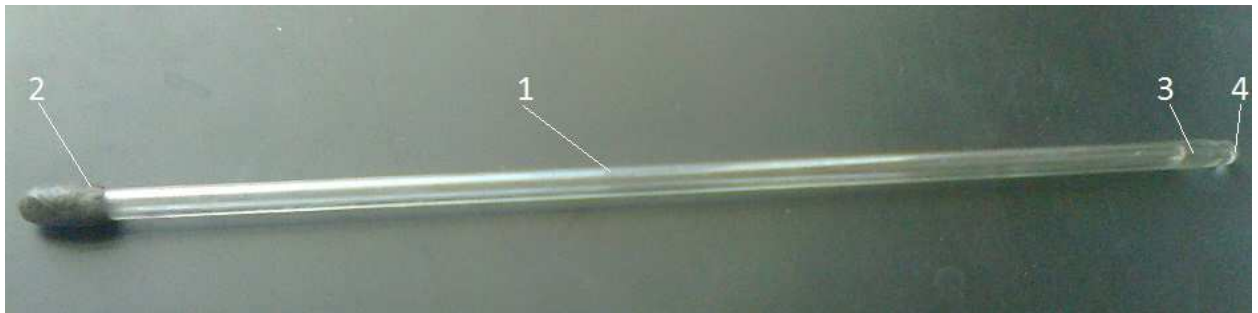


Рис.2. Термосифон. 3. Стеклянная труба. 2. Уплотнённый конец. 3. Активное вещество. 4. Оплавленный конец.

Через второй – труба заполняется на $1/3$ своего объёма, рабочим веществом – эфиром. Уплотнённым концом труба опускается в горячую воду температурой $70-80^{\circ}\text{C}$. Эфир закипает. Паровой столб поднимается до открытого конца. Этого достаточно, чтобы уплотнить второй конец трубки 2 эпоксидным герметиком «Алмаз». Трубу извлекают из сосуда с горячей водой и дают остыть. Через 4 часа термосифон готов к работе.

Такой термосифон запускается от тепла руки человека либо от солнечных лучей. В зависимости от подогрева камеры парообразования можно в видимом формате проследить все этапы кипения и конденсации. Динамику распространения парового столба можно проследить с помощью жидких кристаллов.

Выбор диапазона обусловлен безопасностью при работе с прибором. В качестве нагревательного элемента использовали проволочное сопротивление 500 Ом типа ПЭВ-15. Параметры нагревателя: мощность 12,5 Вт, напряжение 80 В, ток 0,16 А. Диаметр каркаса проволочного сопротивления выполнен из огнеупорного материала. Трубчатый канал сопротивления диаметром 9 мм использовался в качестве посадочного гнезда для стеклянной

трубки термосифона. Процесс охлаждения объекта тепловой трубой можно исследовать с помощью градиентной термографии. Для исследования тепловых полей термосифона воспользовались жидкокристаллическим детектором, который в режиме реального времени, визуализирует градиентную термограмму, а фиксация её на видеокамеру позволяет проследить её динамику. Набор таких детекторов обширен техника и методика их применения зависит от решаемой задачи [2,3,4,5]. В них применяются жидкие кристаллы холестерического типа с высокой чувствительностью к температуре. По данным отмеченным в работе [3] чувствительность плёнки жидких кристаллов порядка 10^{-4}°C . Для одноразового анализа жидкие кристаллы наносятся непосредственно на интересующий нас участок, обеспечив для этого необходимую чистоту поверхности и черный фон. В опыте использовалась фотокамера в режиме видео, что позволило в реальном времени отследить на поверхности термосифона развитие фронта тепловой волны. График распространения фронта тепловой волны на участке конденсации пара за 130с. Применяемые жидкие кристаллы холестерического типа с мезофазой $55-60^{\circ}\text{C}$. Слайд получен путём монтажа девяти моментов прохождения поверхностной тепловой волны с шагом регистрации 14,4с [2]. Если провести огибающую фронта волны для всех моментов, то она будет характерна для нелинейного процесса рис.3.

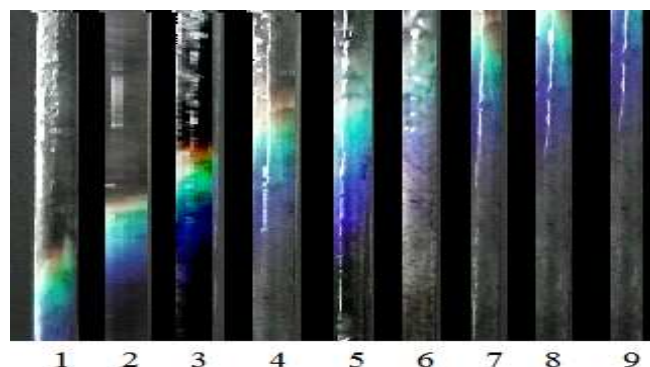


Рис.3

График распространения фронта тепловой волны на участке конденсации пара за 130с. Применяемые жидкие кристаллы холестерического типа с

Полученная термограмма расшифровывается с помощью градуированной шкалы температур для жидких кристаллов с мезофазой 55-60°C. Рис. 4



Рис.4. Градуированная шкала для термоиндикаторов 55- 60°C.

Красный цвет 55°C . Оранжевый 56 °C. Жёлтый 57 °C . Зелёный 58 °C . Голубой 58,5 °C . Синий 59°C . Фиолетовый 60°C.

Зная температуру поверхности термосифона можно определить температуру в симметрично расположенной точке внутри трубы на эквивалентной модели [3]. Для анализа световых потоков нами используется установка рис.6. Условия эксперимента как в первом так и во втором случае по времени экспозиции одинаковы, единственное отличие во втором случае световой поток перекрывается поляроидом 4 рис.5А. Разница по температуре в данный момент времени составляет 10°C. Это говорит о том, что поляроид можно использовать как тепловой фильтр.

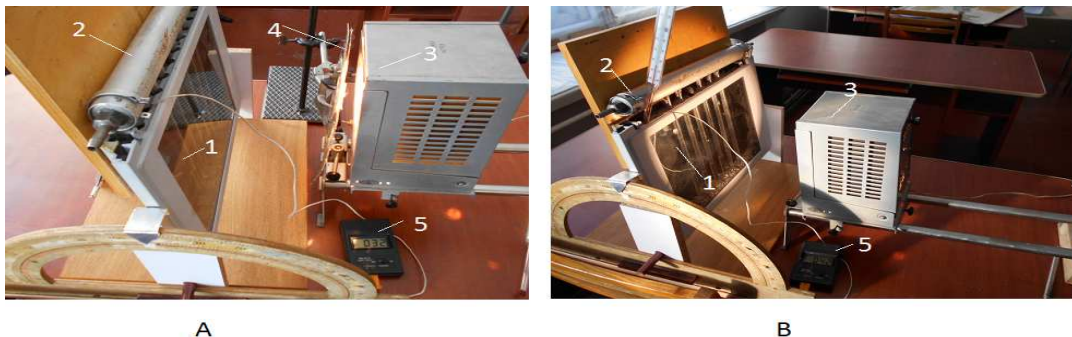


Рис.5

Из рис.5В следует, что за время t объём коллектора нагрелся до температуры 42°C при этом получено тепла: $Q_1 = C_v m (T_2 - T_1)$ за это же время t из данных рис 2.11.А температура прогрева объёма воздуха коллектора 32°C при этом получено тепла $Q_2 = C_v m (T_2 - T_1)$. Тогда $\frac{Q_1}{Q_2} = 1,31$. Таким образом, различие двух подходов составляет порядка 30%. Полученная величина значима и ей можно руководствоваться для разработки системы управления коллектором.

Исследование температуры в камере коллектора в натуральных условия проводилось на открытом воздухе при температуре окружающей среды -8°C

при солнечном ясном дне астрономическое местное время 11 часов. В качестве нагрузки использовался зачернённый нитроэмалью лужённый лист железа 4 размером 300x2500x1мм. Входное окно 3 выполнено из оконного стекла толщиной 3 мм.

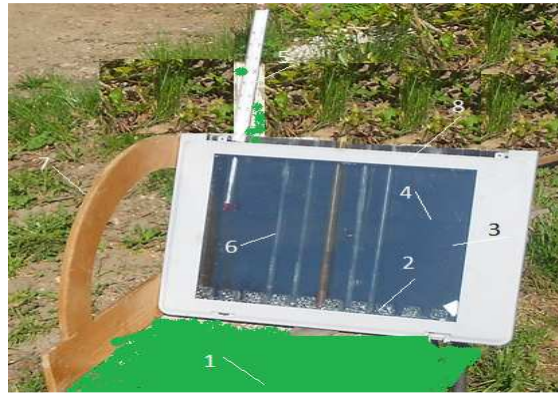


Рис.8 Макет установки солнечной термобатареи для исследования зависимости температуры в камере от светового потока. 1.Основание установки. 2.Камера с теплоизоляционной прокладкой. 3.Зачёрнённый лист лужёного железа. 4.Стеклянное окно.5.Термометр жидкостный.6.Термосифоны.7. Транспортёр.

Термобатарея 8 устанавливалась на основании 1 и сканировала тепловой поток от 0 до 90° С.С помощью термометра 5 каждую 5-ю минуту при заданном угле 7 снимались показания. Результат сканирования отражён на рис.9. Термоизоляция камеры коллектора осуществлялась листами пенопласта.

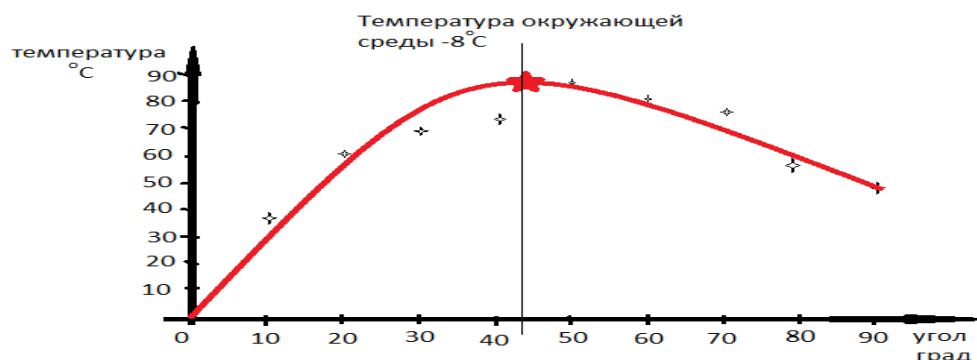


Рис.9.Зависимость температуры в камере коллектора от угла его положения относительно солнечного потока.

Из анализа графика, следует, что максимальная температура в камере достигается 89°C при положении плоскости термобатареи к солнечному потоку 45°C. Отсчёт на графике ведётся от 0°C. Это делалось согласно

методике эксперимента, коллектор вынесенный из теплого помещения охлаждался до температуры 0°C . Эффективность коллектора очевидна достигнута температура которая в 10 раз превышает исходную. Для анализа распределения тепловых полей термосифонов выполненных из нержавеющей стали, где в качестве рабочего вещества эфир. Применили жидкие кристаллы с мезофазой $60-67^{\circ}\text{C}$. Опыт проводился в натуральных условиях температура окружающей среды – 8°C . Установка показана на рис.10, где стеклянные термосифоны заменены термосифонами из нержавеющей стали.

На рис.10. Показаны термограммы трёх термосифонов на которых чётко просматривается рабочая зона, транспортный канал, область передачи тепла.

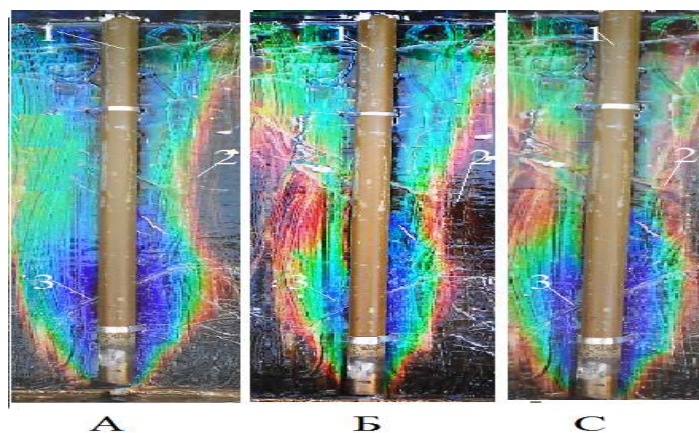


Рис.10. Термограмма термосифонов коллектора. 1. Отдача тепла. 2. Транспортный канал. 3. Рабочая зона.



Рис.2. Градуированная шкала для термоиндикаторов $55-60^{\circ}\text{C}$.

Красный цвет 55°C . Оранжевый 56°C . Жёлтый 57°C . Зелёный 58°C . Голубой $58,5^{\circ}\text{C}$. Синий 59°C . Фиолетовый 60°C .

Благодаря своей наглядности, простоты изготовления и использования данная демонстрационная модель солнечной батареи идеально подходит для изучения законов теплообмена и терморегуляции в лабораторных и лекционных условиях.

1. Проведённый эксперимент показал, что предлагаемая модель вполне работоспособна.

2. В процессе проведения эксперимента выявлены технологические особенности вхождения системы в работу – согласование узла парообразования и узла холодильника по физическим параметрам.

3. Применение в канале теплопередачи вентильного паропотока позволит в режиме запуска согласовывать парообразователь с холодильником. Предлагаемая солнечная батарея апробирована в лабораторных и лекционных условиях.

Литературные источники.

1. Стулов В.В., Оглоблин Г.В. ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РАМКАХ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ. Известия ВУЗов. Чёрная металлургия. №2.2012.С.12-17.
2. Жирнов А.Д., Оглоблин Г.В. ДИНАМИЧЕСКАЯ ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОСИФОНА // Научный электронный архив.
URL: <http://econf.rae.ru/article/7530> (дата обращения: 20.05.2015).
3. Белоус М.Н., Оглоблин Г.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННОГО ТЕРМОСИФОНА В УСЛОВИЯХ УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА. // Научный электронный архив.
URL: <http://econf.rae.ru/article/7596> (дата обращения: 20.05.2015).
4. Оглоблин Г.В., Горячкин М. ТЕПЛОВЫЕ ПОТОКИ В ТЕРМОСИФОНЕ. // Научный электронный архив. URL:
<http://econf.rae.ru/article/7491> (дата обращения 20.05.2015.)
5. Оглоблин Г.В. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНЕШНЕГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТЕРМОСИФОНА // Научный электронный архив.
URL: <http://econf.rae.ru/article/7771> (дата обращения: 20.05.2015).
6. Оглоблин Г.В. ЗАПУСК ТЕРМОСИФОНА // Научный электронный архив.
URL: <http://econf.rae.ru/article/7777> (дата обращения: 20.05.2015).