

Оглоблин Г.В.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный
университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНЕШНЕГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТЕРМОСИФОНА

Предложена методика исследования внешнего температурного поля термосифона с помощью жидких кристаллов.

Термосифон – это одна из разновидностей тепловых труб принцип работы, которой основан на гравитационном эффекте. Цель работы исследовать внешнее тепловое поле работающего термосифона по всей его длине. В работающем термосифоне чётко просматривается: зона парообразования, транспортного коридора и зона конденсации. Можно предположить, что температура внутри термосифона и температура внешнего поля взаимосвязаны. Конфигурация внешнего поля термосифона может служить основой для расчётов внешних и внутренних его параметров.

Термосифон, выполнен из нержавеющей стали. В качестве активного вещества используется - эфир. Уплотнение концов трубки выполнено таким образом, что позволяет в начальной стадии процесса закипания эфира герметизировать трубку. Эфир занимает 1/3 объёма трубки.

Исходные данные термосифона: длина -210 мм, диаметр 8мм, толщина стенок 1мм. Материал нержавеющей сталь. Удельная теплоёмкость нержавеющей стали – $C_v = 482,436 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$ при 100°C.

Удельная теплоёмкость эфира $C_v = 3340 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$.

Для опыта мы изготовили четыре одинаковых термосифона, которые помещались в специально изготовленный солнечный термостат рис.1. Солнечный термостат представляет собой прямоугольный пенопластовый ящик 1 размером 500x400x200 мм. Толщина стенок 70мм. Внутренняя поверхность ящика отделялась белой жёстью толщиной 0,5 мм. Жёсть покрывалась чёрным лаком 3. Полость ящика закрывалась силикатным

стеклом 4. Контроль температуры осуществлялся жидкостным термометром
2. Термостат устанавливался по отношению к солнечному потоку под углом 50° .

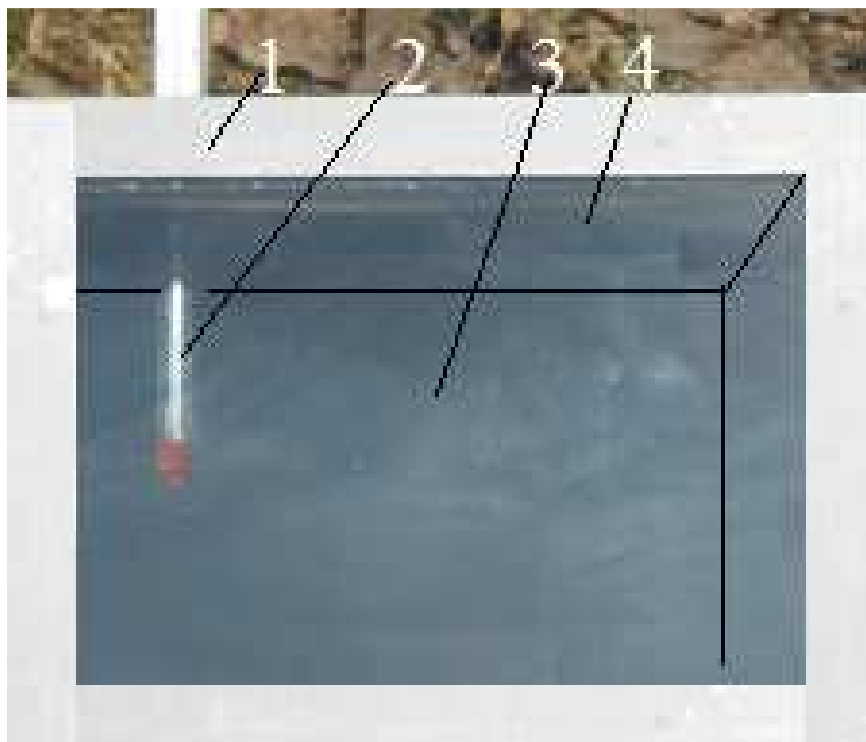


Рис.1. Солнечный термостат.

1. Пенопластовый ящик. 2. Жидкостный термометр. 3. Внутренняя полость ящика, обшитая жестию. 4. Верхняя стеклянная крышка.

Воздушный объём термостата, при наружной температуре воздуха 5°C , прогревался до 89°C . Это позволило применить жидкие кристаллы с мезофазой $80-86^\circ\text{C}$. Помещённые в термостат термосифоны устанавливались в ящик таким образом, чтобы зоны конденсации трубок выступали из ящика и охлаждались воздухом температурой 5°C . Зона парообразования и транспортный канал находились в ящике. Дно термостата покрывалось жидкими кристаллами и прогревалось до 86°C , что соответствует ультрафиолетовому цвету жидких кристаллов. На рис.2 показано крепление термосифонов в термостате, а цвет жидких кристаллов отображает температуру его нагрузки.

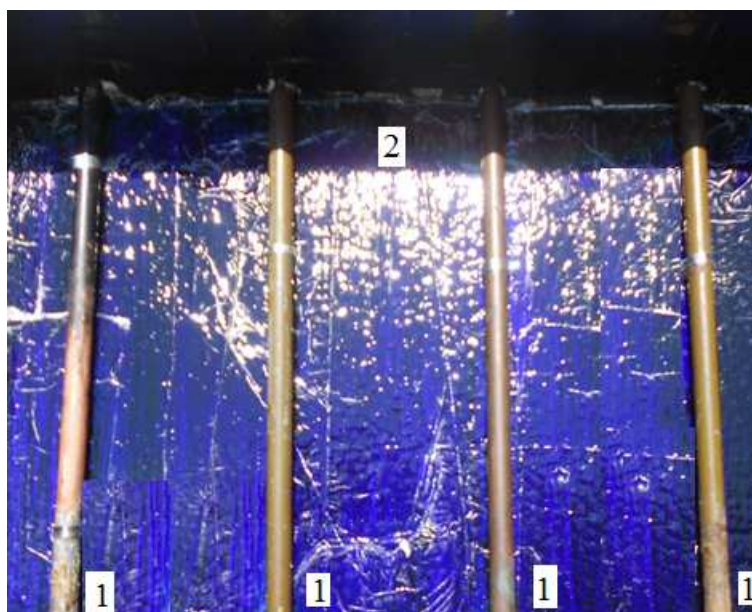
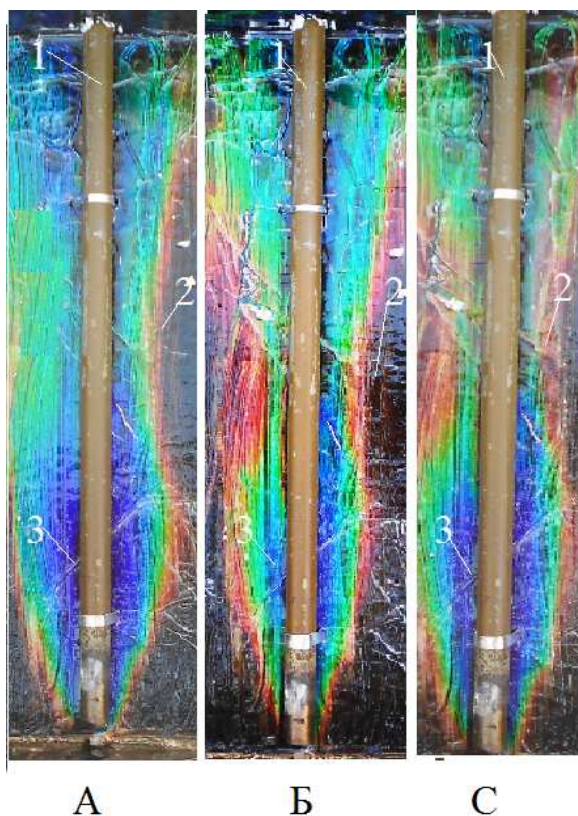


Рис.2. Крепление термосифонов в термостате. 1. Термосифоны. 2. Нагрузка термостата.

Ход эксперимента:

1. Прогреваем термостат с термосифонами до 89°C .
2. Убираем крышку термостата и охлаждаем полость с её содержимым.
3. С помощью видеокамеры отслеживаем динамику теплового поля нагрузки в области термосифонов.
4. С помощью ЭВМ формируем слайд, отображающий тепловое поле у трёх термосифонов в данный момент времени.

На рис.3. показаны термограммы теплового поля у термосифонов А, В, С. Полученные термограммы имеют общее сходство тепловых полей; высокая температура 86°C в зоне парообразования 3 рис.3, спадающая на границе транспортного канала 2 рис.3 с 83°C до 80°C и вновь повышается до 86°C в зоне конденсации 1 рис.3. Ширина тепловых полей различна для каждого термосифона, общим является конфигурация формы тепловых полей вдоль трубки.



Полученные термограммы внешнего излучения термосифонов можно использовать для расчёта температур внутри термосифона по всей его длине.

Так тепловой поток трубчатого нагревателя, отнесённый к единице его длины:

$$q_l = \frac{Q}{l} = \frac{\pi(t_{c1} - t_{c2})}{R_{ц}}, \quad (1)$$

где Q – тепловая мощность цилиндра длиной l ; t_{c1} – температура внутренней поверхности цилиндра; t_{c2} – температура внешней поверхности цилиндра; $R_{ц}$ – термическое сопротивление стенки цилиндра.

Термическое сопротивление стенки цилиндра:

$$R_{ц} = \frac{1,15}{\lambda} \log \frac{d_n}{d_b}, \quad (2)$$

где d_n – наружный диаметр цилиндра; d_b – внутренний диаметр цилиндра.

Из уравнения (1) определим температуру внутренней стенки цилиндра t_{c1} :

$$t_{c1} = \frac{QR_{ц} - \pi t_{c2}}{\pi l}. \quad (3)$$

Таким образом, градиентные термограммы, полученные с помощью жидких кристаллов позволяют рассчитать тепловые характеристики теплоносителя.

Литература.

1.Оглоблин Г.В.Опыты с жидкими кристаллами.// «Физика в школе», №5.1977,с.94.99.

2.Оглоблин Г.В. Детектор на жидких кристаллах для демонстрации статических полей. // «Физика в школе» №6, 1978, с.74.-75.

3.Оглоблин Г.В. Детектор для пространственного наблюдения ультразвуковых полей //7 н.м.к. ВАКУ,Хмельницкий,1979, с.53.

4. А.Н. Козлова Н.Н. Малов, А.Н. Мансуров Оглоблин Г.В. Новые лекционные демонстрации (статья).// МВиССО СССР. ФИЗИКА,Сб-к н.м.с.,вып.6,М.1978, с. 52-57.

5.Оглоблин Г.В. Термометрический детектор для регистрации картин воздушного потока при обтекании тел.// 8 н.м.к.ВАКУ ,Хмельницкий,1981, с.32.

6. Объёмный ЖК-датчик для электромагнитных волн.// Материалы международной конференции по высоким технологиям. Ленинград . 2009,с.232.