

Оглоблин Г.В., Васильев С.С.

Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет.
Комсомольск на Амуре. Россия.

ОПЫТЫ С АЛЮМИНЕВЫМ СТЕРЖНЕМ

В работе описывается методика и техника опыта по линейному расширению металла с использованием в качестве индикатора температуры жидких кристаллов. Отмечена постоянная зависимость отношения расстояния прошедшим фронтом тепловой волны и удлинением прутка для данного образца.

Ogloblin G.V., Vasiliev S.S.

Amur humanitarian State Pedagogical University. Komsomolsk na Amure. Russia.

EXPERIMENTS WITH ALUMINUM ROD

The paper describes the methodology and technique of experience in linear expansion of the metal used as a temperature indicator liquid crystals. Marked by a constant ratio of the distance passed by the front of the thermal wave and the elongation of the rod for this sample.

Из практики известно, что свойством, расширятся при нагревании и сжиматься при охлаждении, обладают все тела. Твёрдые тела имеют форму, линейные размеры, которой при нагревании увеличиваются, при охлаждении уменьшаются. Это свойство твёрдого тела при нагреве называют линейным расширением. Для экспериментальной проверки данного свойства твёрдого тела выполнили следующие условия. Стержень длиной 700 мм покрыли жидкими кристаллами холестерического типа с мезофазой 55-60°C. С помощью градиентной термограммы проследили тепловое поле, по всему образцу отождествив его с часовым индикатором малых перемещений. На графике рис.1а показана зависимость прохождения S фронта тепловой волны от d_l удлинения стержня из алюминия. Зависимость линейная.

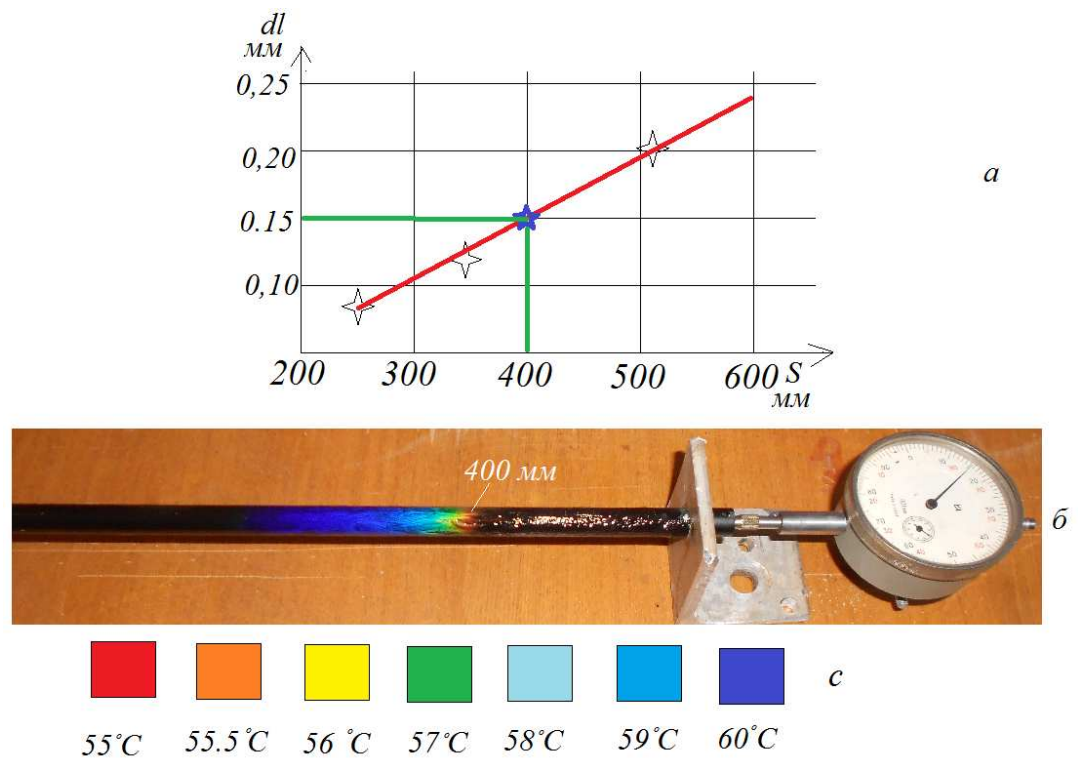


Рис.1. Определение длины пути фронта тепловой волны с температурой 55°C, по удлинению стержня на 0,15 мм.

а. График зависимости пути S проходимым тепловым фронтом от удлинения dl алюминиевого стержня.

б. Определение расстояния S распространения фронта тепловой волны с температурой 55°C.

с. Градуированная шкала жидких кристаллов с мезофазой 55-60°C

На графике рис.1а находим удлинение 0,15мм, а это показания часового индикатора рис.1б, тогда путь проходимый волной с фронтом температурой 55°C - $S = 400$ мм. Тепловое поле фронта волны с температурой 55°C определяют по градуированной шкале рис.1с.

Таким образом, имея таблицу отношений для S и dl для конкретного случая можно по цвету жидких кристаллов количественно определить зону прогрева материала с учётом его линейного расширения.

С другой стороны, если проследить отношение S от точки распространения тепловой волны к dl удлинению стержня во всех отмеченных выше реперных точках получим:

$$\frac{S}{dl} = K, \text{ где } K \text{ безразмерный коэффициент.}$$

Тогда расчётное значение K для алюминиевого стержня и жидких кристаллов с мезофазой 55-60°C представлены в таб.1

Таблица1

Коэффициент K для алюминиевого стержня.

п/N	S (мм)	d (делений)	dI (мм)	K
1	200	6,4	0,064	3125
2	250	8	0,08	3125
3	300	9,6	0,096	3125
4	350	11,2	0,112	3125
5	400	12,8	0,128	3125
6	450	14,4	0,144	3125
7	500	16,0	0,160	3125
8	550	17,6	0,176	3125
9	600	19,2	0,192	3125
10	650	20,2	0,202	3125
11	700	22,4	0,224	3125

Из таблицы видно, что K есть величина постоянная.

Таким образом, зная K для исследуемого материала можно рассчитать удлинение стержня по линейным данным фронта тепловой волны.

Такая зависимость проявляется в том случае, если подогрев стержня осуществляется от его конца, а снятие информации, о его удлинении с другого. Это наглядно представлено в опытах рис.1 следовательно, по длине стержня имеем перепад температур от горячего конца к холодному. При этом начальная температура стержня во всех точках одинакова.

Изменим условие задачи:

1. Возьмём стержень, что описан выше, но температура его концов одинакова т.е. $T_1=T_2$, где T_1 - температура правого конца стержня, T_2 – температура левого конца стержня. При этом температура в точке 1 (рис.2) T во много раз больше $T_1=T_2$.Тогда тепловой поток распространяется по стержню к точкам 2,3 рис.4 одновременно и равномерно.

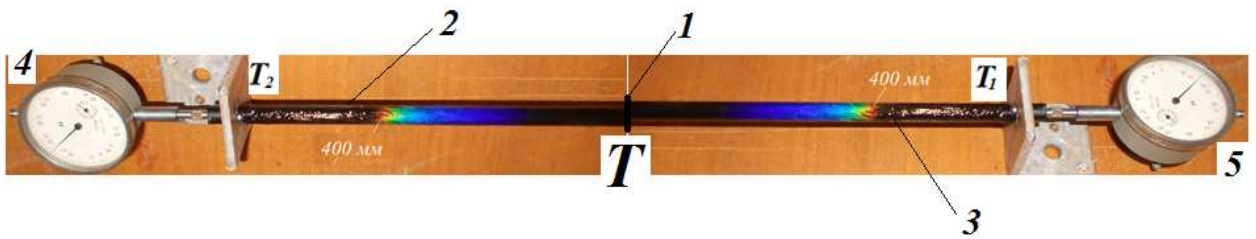


Рис.2. Термограмма стержня при условии $T \gg (T_1 = T_2)$.

Удлинение правого 5 и левого 4 концов стержня будет одинаково.

Отношение S от точки 1 распространения тепловой волны к dl удлинению стержня во всех отмеченных выше реперных точках 2,3 получим:

$$\frac{s_1}{dl_1} = K_1; \frac{s_2}{dl_2} = K_2.$$

Или

$$K_1 = K_2$$

Удлинение стержня в целом будет:

$$dl = dl_1 + dl_2$$

при равенстве $K_1 = K_2$:

$$dl = 2dl_1$$

Это даёт возможность использовать один часовой индикатор рис.3(4,5).

2. Создадим условия при котором $T_2 > T_1$, а $T \gg T_1$; $T \gg T_2$. Рис.3

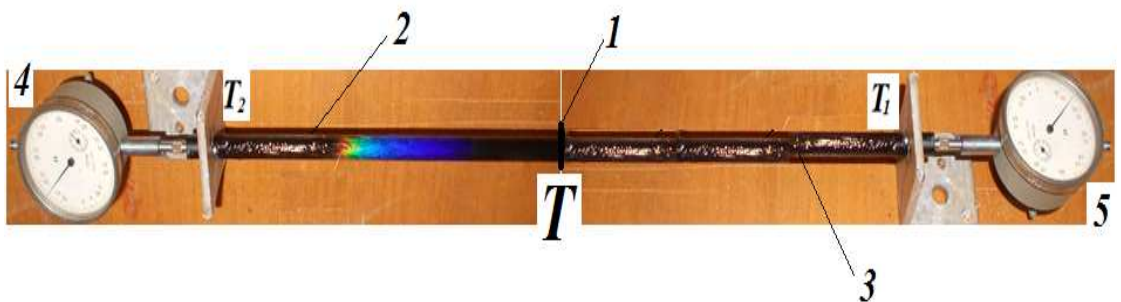


Рис.3. Термограмма теплового процесса в стержне в начальный период времени при $T_2 > T_1$.

В начальный интервал времени тепловая волна устремится из точки 1 к точке 2, а затем от точки 1 к точке 3. Выравнивая температуру по всему стержню.

Термограмма рис. 4 получена с помощью детектора на основе органического стекла и плёнки жидких кристаллов.

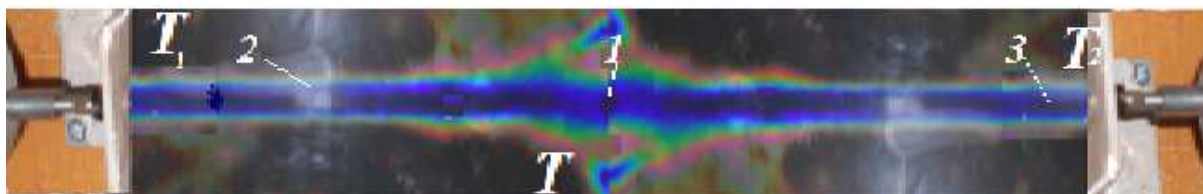


Рис. 4.

Термограмма выравнивания температуры по всему образцу

Таким образом, с помощью жидких кристаллов можно отобразить в видимом формате процесс переноса тепла в металлическом стержне в зависимости от точки прикосновения генератора тепла, а существующая зависимость между волновым тепловым фронтом и удлинением образца позволяет обойтись без индикатора 4 рис. 1 оценивая удлинение образца по тепловому фронту жидких кристаллов.

Литература.

1.Н.П. Третьяков. Курс физики. МП РСФСР М.1952.С.891.

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

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

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

5. А.Н. Козлова Н.Н. Малов, А.Н. Мансуров Оглоблин Г.В. Новые лекционные демонстрации. // МВ и ССО СССР. ФИЗИКА, Сб-к н.м.с.,вып.6,М.1978, с. 52-57.

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

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