

Внеурочная деятельность по физике, в том числе, и в каникулярный период, содержит в себе мощный потенциал. Она не только популяризирует образование, но и осуществляет важные функции: способствует развитию способностей, личностных качеств, формированию интеллектуального потенциала обучаемых; помогая ориентироваться в шкале жизненных ценностей, направлена на выработку целевой установки на высокий результат, адекватное отношение к окружающему миру. При этом необходимо учитывать, что работа в данном направлении должна быть целенаправленной, последовательной и систематичной.

#### *Библиографический список*

1. Ситнова Е.В., Попова М.Н. Некоторые особенности организации внеурочной деятельности по физике в ходе реализации ФГОС ООО//научно-периодическое издание «CETERIS PARIBUS», №5/2015, стр.102-103.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования/ утвержден приказом Минобрнауки России от 17 декабря 2010 г. № 1897.
3. Краснова Л.А., Шурыгин В.Ю. Реализация принципа последовательности и преемственности в работе с одаренными детьми // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-2. – С. 358-362.
4. Краснова Л.А., Шурыгин В.Ю. Из опыта работы летней физико-математической школы Елабужского института КФУ // Фундаментальные и прикладные научные исследования: сборник статей Международной научно-практической конференции. Ч.2. Уфа: Аэтерна, 2015. С. 213-215.
5. Краснова Л.А. Физика вокруг нас // Физика в школе. 2014. № 3. С. 60-61.

**УДК 53: 372.853**

**ББК 74.265.1**

Кузнецова А.В., Белянин В.А.  
*Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола*  
*nastja-kljuzheva@rambler.ru*

### **ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА «ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ» С ПЕЧЬЮ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА**

**Аннотация.** Рассмотрена лабораторная установка для измерения коэффициента линейного расширения твердых тел с печью инфракрасного излучения. Представлена лабораторная работа с использованием описанного оборудования и приведены экспериментальные результаты данной работы.

**Ключевые слова:** лабораторный практикум, линейное расширение, инфракрасный нагреватель.

При изучении курса физики крайне важная роль отводится физическому практикуму. Именно при выполнении лабораторных исследований студенты получают навыки экспериментальной работы, учатся самостоятельно делать выводы и обрабатывать полученные результаты. Все это способствует более глубокому пониманию теоретического материала, что необходимо для дальнейшего процесса обучения студентов.

Одной из лабораторных работ, выполняемых в рамках курса «Общий физический практикум, молекулярная физика», является работа по измерению коэффициента линейного расширения твердых тел. Целью данной работы является изучение зависимости длины металлического образца от его температуры и последующий расчет коэффициента линейного расширения.

Существуют разнообразные установки, как очень простые школьного уровня, так и весьма сложные дорогостоящие дилатометры, используемые для данных исследований. Например, в Уральском федеральном университете им. Б.Н. Ельцина, используется система (рис.1), состоящая из вертикального оптического длинномера ИЗВ-1, электрической печи, блока питания «Агат», цифрового вольтметра и хромель-алюмелевой термопары [1].

Прибор состоит из четырех основных частей: штатива 1, измерительной головки 9, измерительного стержня 5 и отсчетного микроскопа 8. Печь имеет металлический кожух 10, запаянную с одного конца кварцевую трубку 11, на которую намотан бифилярно нихромовый нагреватель 12. Пространство между нагревателем и кожухом печи для уменьшения тепловых потерь заполнено асбестовой ватой 13. Внутри кварцевой трубки, имеющей в запаянном конце прорезь для выхода концов термопары, находится алундовый сплошной цилиндр 14. Испытуемый металлический образец 15 нижним концом опирается на этот цилиндр. Сверху на образец помещают передаточный алундовый стержень 4.

Предел измерений прибора 250 мм, погрешность измерения составляет 0,001 мм (1 мкм).

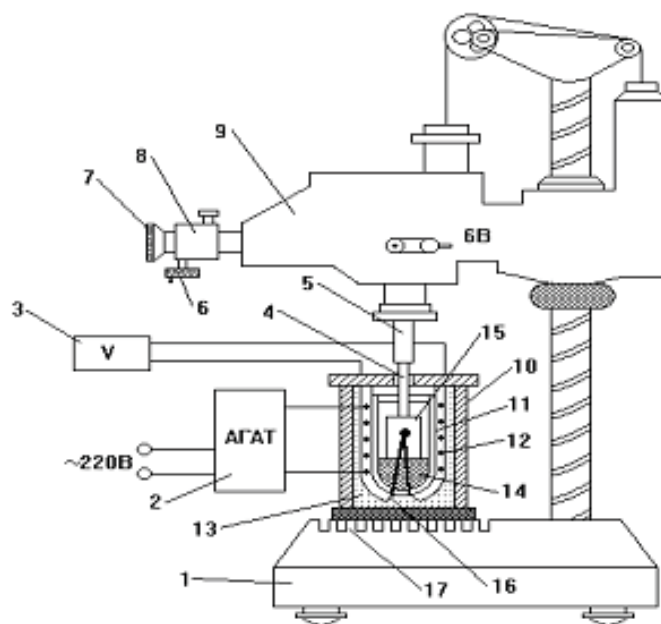


Рис. 1. Установка УрФУ для определения коэффициента линейного расширения [1]

На кафедре физики и методики обучения физике ФГБОУ «Марийский государственный университет» разработана и введена в эксплуатацию более простая и удобная в использовании установка по измерению коэффициента линейного расширения твердых тел, отличительной особенностью которой является наличие печи инфракрасного нагрева. Установка изготовлена инженером кафедры Микутовым А.П. под руководством профессора Севрюгина В.А.

Преимуществами данной установки являются простота конструкции, надежность, высокая точность измерений, малая инерционность, наглядность всего процесса измерения, быстрая смена образцов и возможность использовать ее как в курсе лабораторных работ только вузовского уровня, так и при работе с учащимися старших классов средней школы.

Внешний вид и конструктивные особенности установки, применяемой нами для исследования теплового линейного расширения твердых тел в лаборатории молекулярной физики, изображены на рисунке 2.

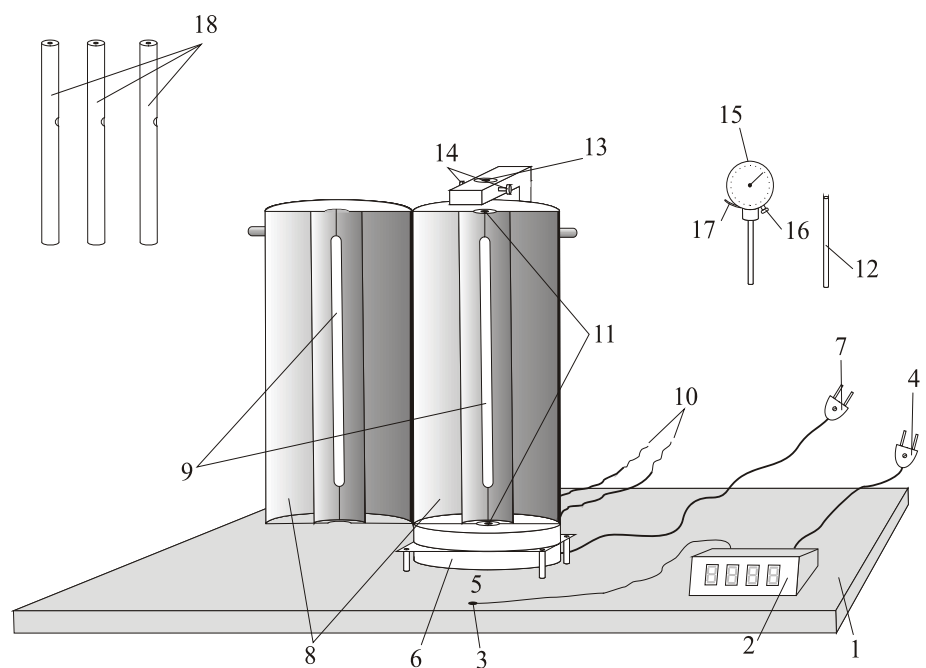


Рис. 2. Установка для исследования теплового линейного расширения твердых тел с печью инфракрасного нагрева

Установка состоит из нагревателя с двумя кварцевыми галогенными лампами КГ220-1000 и регулятором напряжения, узла крепления стержневого образца, измерителя перемещения конца образца с узлом крепления, системы измерения температуры образца с термопарой и вентилятора для охлаждения образца и нагревательной системы.

На основании 1, находится цифровой термометр 2, который с помощью датчика 3, помещаемого в образец, позволяет измерять его температуру. На основании закреплена, собственно, и сама установка для измерения коэффициента линейного расширения 5. В её основании установлен вентилятор 6, служащий, в случае надобности, для охлаждения установки перед началом опытов. Над вентилятором закреплены два металлических полуцилиндра 8, каждый из которых, в свою очередь, состоит из двух, вложенных друг в друга полуцилиндров, что позволяет обеспечить достаточно надежную теплоизоляцию печи от внешней среды. Один из полуцилиндров, на рисунке левый, может откидываться в сторону от другого, вращаясь на вертикальной оси. Эта простая операция открывает прямой доступ к образцам установки и позволяет их достаточно просто заменять и настраивать измерительную систему. Специальная защёлка позволяет надёжно скреплять оба полуцилиндра в соединенном состоянии.

Нагревательные лампы установлены вдоль внутренних полуцилиндров, играющих роль отражателей света. Система лампа-отражатель-образец рассчитана таким образом, что свет от лампы после отражения от отражателя фокусируется на образце. Тем самым мы добиваемся равномерного нагрева образца по всей его длине. Каждая лампа инфракрасного нагрева 9 имеет мощность 1000 Вт и включается в электрическую сеть через регулятор напряжения.

На основаниях полуцилиндров по их центру находятся фторопластовые кольца 11. В нижнее кольцо вставляется керамическая трубка 12 для поддержки образца. Над верхним кольцом находится отверстие 13 для закрепления с помощью винтов 14 стрелочного микрометра 15. Микрометр имеет основную оцифрованную шкалу. Минимальное деление этой шкалы соответствует  $2 \cdot 10^{-6}$  м или 2 мкм (0,002 мм). Шкала микрометра разделена на 200 делений, полный оборот большой стрелки соответствует 0,4 мм. У микрометра имеется и малая, вспомогательная шкала с малой стрелкой. Малая вспомогательная шкала оцифрована в миллиметрах и облегчает измерение больших чем 0,5 мм удлинений. Установка стрелки в нулевое положение производится с помощью регулировочного винта 16, а с помощью рычажка 17 обеспечивается ручной прогон стрелки до максимума (до 2 мм). Образцы 18 представляют собой трубки с заглушками на концах или могут быть цельными. Но в любом случае у каждого измеряемого объекта сбоку должно быть отверстие для датчика температуры.

В ходе выполнения лабораторной работы студентам необходимо выполнить следующие действия и измерения:

1. Включить цифровой термометр в сеть. Подсоединить провода нагревательных ламп к автотрансформатору.
2. Закрепить образец и микрометр на установке, поместить датчик термометра в образец.
3. Обнулить микрометр или установить его на целочисленное значение. Записать это значение как  $L_0$ . Записать начальную температуру как  $t_0$ . Измерить и записать начальную длину образца  $h_0$ .
4. Расчертить таблицу на удвоенное число измерений через  $5^\circ\text{C}$  от  $t_0$  до  $100^\circ\text{C}$  и от  $100^\circ\text{C}$  до  $t_0$ .

№ измерения	L	$\Delta L = L - L_0$	t	$\Delta t = t - t_0$
1.				
2.				

5. Постепенно прибавляя напряжение на автотрансформаторе (как правило до 50 В), заполнить таблицу при нагревании образца. По достижении температуры образца  $100^\circ\text{C}$  убавить напряжение автотрансформатора до 0 и заполнить таблицу при охлаждении образца, включив при этом вентилятор.

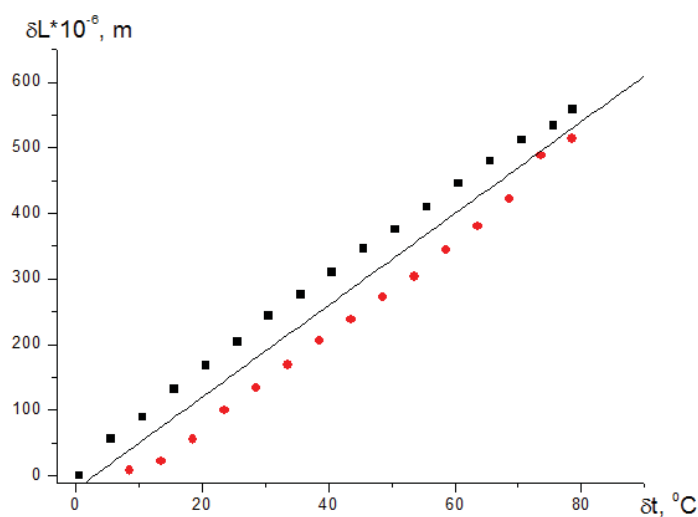


Рис. 3. Примерный график зависимости длины образца от температуры

6. Построить график зависимости линейного удлинения от изменения температуры.

7. Аппроксимировать полученную зависимость и определить коэффициент линейного расширения  $\alpha_l$  для данного образца.

В зависимости от времени, отводимого на выполнение лабораторной работы, данный эксперимент может быть повторен для образцов из различных материалов.

Таким образом, установка по измерению коэффициента линейного расширения твердых тел с печью инфракрасного нагрева надежна, достаточно проста в изготовлении, дает возможность получить в физическом эксперименте корректные результаты, обеспечивает наглядность процесса измерений. Установка может быть рекомендована для использования в лабораторных практикумах вузов и школ.

#### *Библиографический список*

1. Определение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел: методические указания к лабораторной работе № 6 по физике/ сост. В.П. Левченко, А.В. Мелких, А.А. Сабирзянов. Екатеринбург: УрФУ, 2015.– 17 с.