

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ИТ –  $\lambda$  – 400**

*М.Ю. Абашева, М.А. Костюнина, И.А. Митяева, 3 курс  
Научные руководители – Т.А. Енютина, к.т.н., доцент,  
И.М. Шалаев, к.т.н., профессор  
Сибирский федеральный университет*

В настоящее время перспективным направлением в области использования солнечной энергии являются солнечные батареи. Они представляют собой твёрдые носители, покрытые специальными плёнками. Плёнки изготавливаются из различных материалов, в частности, из кремнеорганических соединений, нанесенных на стекло. Свойства таких материалов представляют интерес как для науки, так и для практики.

В нашей работе проводились исследования коэффициента теплопроводности стёкол с наноплёнками из кремнеорганических соединений. Опыты проводились на установке ИТ -  $\lambda$  – 400. Измеритель теплопроводности ИТ- $\lambda$ -400 предназначен для исследования температурной зависимости теплопроводности твердых, механически обрабатываемых материалов в режиме монотонного нагрева. Измеритель рассчитан на проведения массовых теплофизических исследований в лабораторных и заводских условиях.

Образцы из стёкол имели диаметр  $15 \pm 0,3$  мм и высоту  $2,4 \pm 0,3$  мм. Температурный диапазон измерений составлял  $T = 120 \div 670$  К. Массу образца находили с помощью аналитических весов. Температура измерялась термопарами ХА.

Так как прибор изначально предназначен для проведения массовых экспериментов по определению теплопроводности твердых тел, экспериментатору достаточно трудоемко снимать все показания прибора и обрабатывать полученные результаты. Поэтому, ставя задачу автоматизации данного прибора, предполагалось разрешение некоторых трудностей связанных с проведением экспериментов.

Исходя из принципа действия прибора, был выбран следующий метод автоматизации: 1) полная замена электрической схемы, при этом оставляя нетронутой измерительную ячейку. Автоматизация прежней схемы не представлялась возможной, так как сама схема была предназначена для проведения эксперимента вручную; использование системы КАМАК для связи прибора с компьютером. Это позволит обрабатывать экспериментальные данные различными программными способами и сохранять данные в виде файла; 3) написание компьютерной программы для управления прибором посредством системы КАМАК.

В лаборатории кристаллографии института физики им. Л.В.Киренского СО АН РФ была разработана схема и программа, предусматривающая автоматическую фиксацию показаний термопар и представление результатов опытов в виде графиков зависимости  $T = f(\tau)$ , где  $\tau$  – время, вычисление коэффициента теплопроводности и представление его в таблице. Программа разработана в среде объектно-программированного языка «Delphi».

Схема работает следующим образом. Сигнал от трёх термопар поступает на усилитель (коэффициент усиления 200, 300, 1000). Усиленный сигнал подаётся на АЦП, где отцифровывается. Свободный спай термопар, компенсирующий температуру окружающей среды, подсоединяется к четвёртому каналу АЦП. В этом устройстве температура определяется по свойству  $p_n$  – перехода, когда в зависимости от  $T$  меняется сопротивление. Эта зависимость заранее найдена и проградуирована. На этом основании определяются температуры трёх термопар. Разрядность АЦП составляет 10 бит, входное напряжение  $\pm 0,5$  В, что позволяет отцифровать сигнал от  $-5$  до  $+5$  В.

После этого усиленный сигнал воспринимается компьютером. В нём сигнал обратно преобразуется делением на соответствующие коэффициенты усиления, что позволяет получить величины реальных термо-эдс. По средней температуре автоматически рассчитывается коэффициент теплопроводности.

На дисплее компьютера строятся графики зависимости термо-эдс от температуры  $T = f(\tau)$  и  $\lambda = f(T)$ . Для каждого образца проводятся несколько опытов, после чего определяется относительная погрешность между опытами. Абсолютная погрешность не находилась, так как не известна истинная величина  $\lambda$  образца.

В программе заложено определение тепловых потерь на тепломере в окружающую среду и потерь на контактное сопротивление между образцом и тепломером, возникающее вследствие нанесения смазки на поверхности образца для обеспечения лучшего контакта с тепломером. Эти величины накладываются на погрешность прибора, которая в процессе работы может нарастать.

Данный метод позволил сократить время эксперимента и повысить точность измерений.

### **Список использованных источников**

1. Енютина, Т.А. Определение коэффициентов теплопроводности кварцевого стекла с нанопокрытием из ультрадисперсного алмаза / Енютина Т.А. // Сб. материалов Межрегион. науч.-практ. конф. с международным участием «Эколого-экономические проблемы региональных рынков и услуг»(20 мая 2010, г. Красноярск) / Краснояр. гос. торг.-экон. ин-т. – Красноярск, 2010. – С.. 141 – 143.