

УДК 620.1.05

*А. В. Гришин, О. А. Медведева, О. Н. Попов**

**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

Измерительная система (ИС) предназначена для определения значений теплопроводности пластмасс, стекол, низкотеплопроводной керамики, полупроводников.

В состав ИС входят: измеритель теплопроводности; РС-совместимая плата АЦП/ЦАП; блок питания и регулирования; блок аппаратной защиты и коммутации; персональный компьютер. Измеритель состоит из теплового блока, блока питания и регулирования. Обеспечиваются режим монотонного разогрева со средней скоростью 0,1 К/с и адиабатические условия в зоне измерений. Замена узла измерительной ячейки позволяет определять также теплоемкость материалов [1, 2].

Для градуировки ИС при помощи программного обеспечения (ПО) организуются две серии из пяти экспериментов, например, с образцом из плавленного кварца и с образцом из меди.

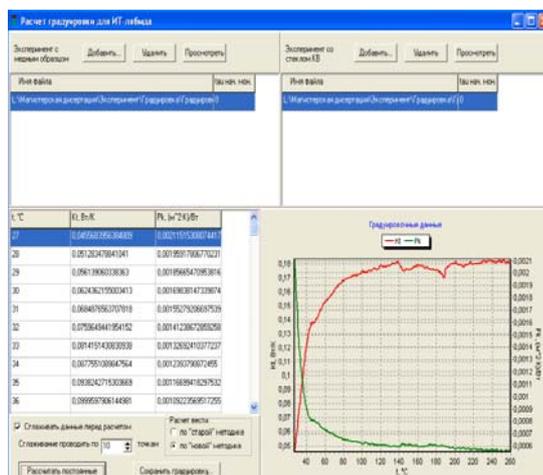


Рис. 1. Интерфейс программы для градуировки ИС

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф., зав. каф. ЭПиТ ФГБОУ ВО «ТГТУ» Н. П. Жукова.

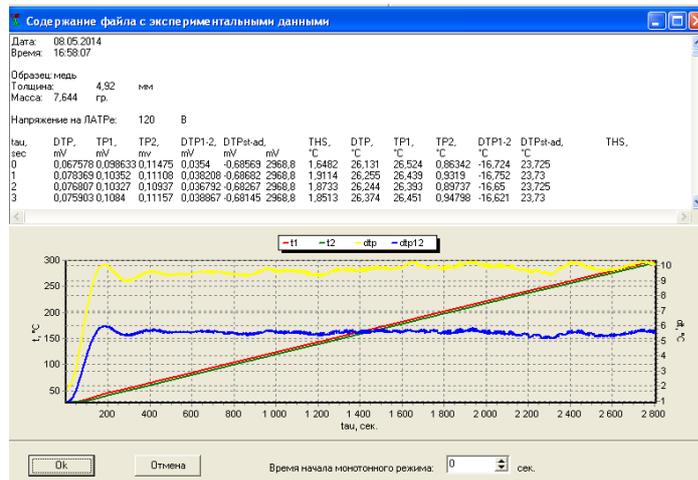


Рис. 2. Интерфейс диалогового окна для градуировки ИС

ПО создано в среде программирования Borland® Delphi® 7 для платформы Microsoft® Windows® x86. Интерфейс диалогового окна просмотра файла с результатами представлен на рис. 2. Отображаются: поле просмотра содержания файла; графики зависимостей перепадов значений температуры на образце и тепломере от времени, зависимости температуры контактной пластины и стержня от времени; поле ввода времени начала монотонного режима.

Перед началом расчета градуировочных параметров обрабатывают данные, убирая из них случайные погрешности путем сглаживания по методу скользящего среднего. Выводится таблица результатов расчета, а в графическом построителе строятся графики зависимостей градуировочных параметров от температуры.

Примеры реализации градуировочных экспериментов при исследованиях температурных зависимостей теплофизических свойств ряда материалов представлены в работе [2].

Модернизация измерителя позволила автоматизировать процессы измерений и фиксировать теплопроводность и теплоемкость материалов не через каждые 25 градусов, а через любые интервалы значений температуры (или времени), определяемые программно.

Рабочий экран программного обеспечения (ПО) разделен двумя вкладками «Настройки» и «Измерение» (рис. 3).

Во вкладке «Настройки» вводятся: наименование материала исследуемого образца, его масса, толщина образца; выставляется напряжение. Также указывается значение интервала времени, через который опрашиваются каналы АЦП и записываются значения их сигналов.

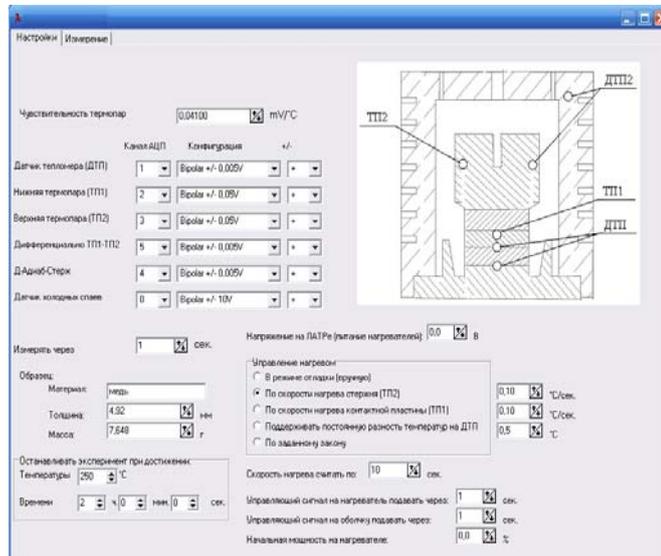


Рис. 3. Интерфейс программы для получения экспериментальных данных, вкладка «Настройки»

Вкладка «Измерение». Фиксируются и выводятся значения времени, прошедшего с начала эксперимента, и показания счетчика числа совершенных измерений. Для удобства контроля эксперимента в интерфейс ПО встроен основной графический построитель, в котором выводятся графики данных, поступающих с термопар (ТП) системы.

В графическом построителе могут выводиться как все данные, так и данные за последний интервал времени, который задается. Компенсация температуры холодных спаев термопар производится ПО.

На панели «Мощность» находятся элементы управления нагревателями ИС, включающие в себя: два индикатора уровня мощности (в %); два ручных ползунковых регулятора мощности; два поля для ввода/вывода уровня мощности в виде 12-bit кода; переключатель автоматического/ручного режима управления оболочкой ИС. По завершении эксперимента, полученные результаты можно сохранить, вызвав диалог сохранения файла нажатием кнопки «Сохранить результаты в файл». Данные сохраняются в виде таблицы.

Примеры реализации работоспособности ИС, а именно, исследования температурных зависимостей теплопроводности эпоксидов, полипропилена и композитов на их основе детально представлены в работе [3, 4].

Список литературы

1. *Измерительно-вычислительная система для регистрации температурных зависимостей теплопроводности и теплоемкости материалов /*

Н. Ф. Майникова, Ю. Л. Муромцев, В. И. Ляшков, С. В. Балашов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2001. – Т. 67, № 8. – С. 35.

2. *Исследование* температурных зависимостей теплопроводности эпоксидных углепластиков / Н. Ф. Майникова, С. С. Никулин, В. С. Осипчик и др. // Пластические массы. – 2014. – № 9–10. – С. 35–37.

3. *Температурные* зависимости теплопроводности композитов на основе полипропилена с углеродными нановолокнами / Н. Ф. Майникова, С. С. Никулин, С. Н. Мочалин, Т. П. Кравченко, Д. Ю. Шитов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 548–552.

4. *Investigation* of the temperature dependences of the thermal conductivity of epoxy carbon-fibre-reinforced plastics / N. F. Mainikova, S. S. Nikulin, V. S. Osipchik, T. P. Kravchenko, O. I. Kladovshchikova, Hoang Nguen Le, N. V. Kostromina // International Polymer Science and Technology. – 2015. – Т. 42, № 11. – P. 35–38.

*Кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*