

*Н. Ю. Полунина**

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МАТЕРИАЛОВ МНОГОМОДЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ**

В настоящее время большое значение имеет проблема повышения точности измерения теплофизических свойств (ТФС) материалов, широко используемых в строительстве, в теплотехническом оборудовании, а также многих других отраслях науки и техники.

Математическое и имитационное моделирование процессов теплопереноса применительно к тому или иному объекту исследования

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» И. В. Рогова.

составляют основу современных средств измерения ТФС материалов и способствуют оптимизации режимных параметров технологических процессов и выбору рациональных конструктивных размеров измерительных ячеек, исследуемых образцов и другого производственного оборудования.

Необходимость технологического контроля и сертификации материалов по ТФС возникает при производстве и эксплуатации новых материалов различного назначения, а также при испытаниях на соответствие требованиям нормативных документов наиболее ответственных элементов сложных инженерных объектов, например, ограждающих конструкций зданий и сооружений. Это особенно важно для теплозащитных материалов, от которых зависит эффективность энергосбережения и теплопроводность которых является сертифицируемым параметром.

Проблемы энергосбережения и снижения потерь теплоты в окружающую среду существенно влияют на экологическую ситуацию, технико-экономические показатели и капитальные затраты на производственное теплотехническое оборудование.

Перспективным направлением при повышении точности определения значений ТФС современных материалов, оперативности и производительности является создание информационно-измерительных систем (ИИС).

Таким образом, поставлены и решены следующие задачи:

- разработаны и исследованы математические модели распространения тепла в системе двух тел при нагреве и остывании;
- разработаны алгоритмическое и программное обеспечения ИИС, реализующие метод определения ТФС с использованием современных информационных технологий;
- реализован опытный вариант ИИС.

С целью определения ТФС материалов (волокнистых, листовых, сыпучих) разработана ИИС [1]. Автоматизированный эксперимент по определению ТФС материала проводится на образцах цилиндрической формы диаметром от 120 до 160 мм и толщиной от 6 до 20 мм при нагреве и остывании. В основу работы ИИС положен разработанный многомодельный метод определения комплекса ТФС материалов на трех стадиях одного эксперимента. Образцы исследуемого материала подвергаются тепловому воздействию постоянной мощности в специально организованном эксперименте.

Схема ИИС представлена на рис. 1.

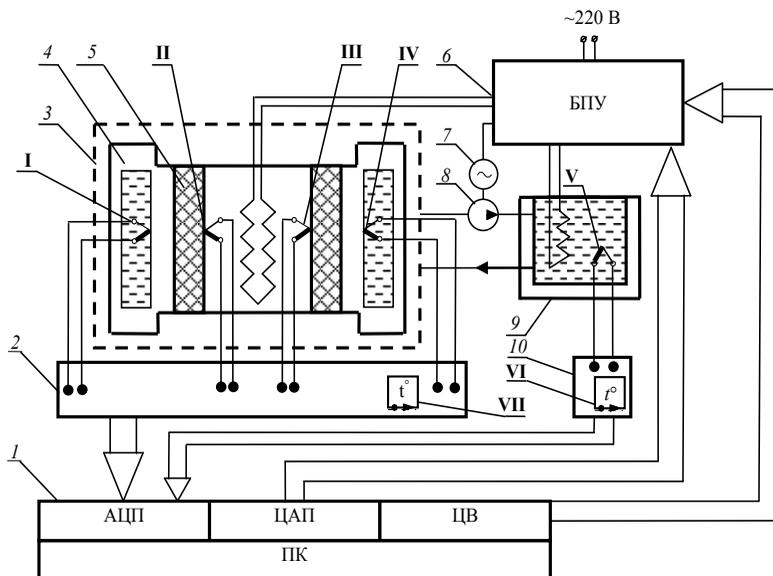


Рис. 1. Схема ИИС:

- 1 – персональный компьютер; 2 – блок холодных спаев термопар ХА; 3 – тепло-измерительная ячейка; 4 – альфа-блок;
 5 – исследуемый образец; 6 – блок питания и управления;
 7 – электродвигатель; 8 – насос циркуляционный;
 9 – термостат; 10 – блок холодных спаев термопары ХК

В состав технических средств ИИС входят: персональный компьютер (ПК) 1, оснащенный платой сбора данных АЦП/ЦАП; блок холодных спаев (БХС) 2 термопар хромель-алюмель (ХА); тепло-измерительная ячейка (ТИЯ) 3; альфа-блоки 4; блок питания и управления (БПУ) 6; циркуляционный насос 8 с электродвигателем 7; жидкостной термостат 9; блок холодных спаев термопары хромель-копель (ХК), расположенной в термостате.

Основным элементом ИИС является ТИЯ, конструкция которой предполагает установку двух образцов 5 из исследуемого материала. Образцы прижимаются с наружных сторон альфа-блоками, где при помощи жидкостного термостата поддерживаются граничные условия третьего рода.

Внутри латунного сердечника ячейки расположен электрический нагреватель, который обеспечивает создание теплового воздействия постоянной мощности на образцы из рабочего диапазона нагревателя (0...30 Вт). Регулирование мощности нагревателя обеспечивается

изменением входного напряжения в диапазоне от 0 до 30 В при помощи БПУ.

Чувствительными элементами ячейки являются четыре термопары ХА (I – IV), расположенные внутри сердечника и альфа-блоков. Дифференциальные термопары ДТП 1 и ДТП 2, образованные между термопарами I – II и III – IV, предназначены для измерения перепада температуры на обоих образцах.

Для поддержания заданного значения температуры жидкости в съемных блоках ячейки в термостате расположены термопара ХК (V). Свободные концы термопар ХА и ХК расположены в БХС 2 и в БХС 10 соответственно, температура которых определяется встроенными в них интегральными датчиками с аналоговым выходным сигналом (VI, VII).

Измерительная информация с термопар и датчиков ИИС поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) платы сбора данных при помощи разработанного программного обеспечения. Управление мощностью теплового потока нагревателя ячейки осуществляется посредством двухканального цифро-аналогового преобразователя «напряжение-ток» (ЦАП). Для включения/отключения нагревателя ячейки, насоса и нагревателя термостата в БПУ предусмотрен блок реле, которым управляет цифровые выходы (ЦВ) платы.

Теоретическую основу многомодельного метода определения ТФС материалов, реализуемого ИИС, составляют аналитические закономерности теплопереноса в системе двух тел на трех стадиях: при нагреве, на стационарной стадии и при остывании. Данный многомодельный подход позволил использовать в качестве основы математического и алгоритмического обеспечения многоканальной ИИС полученные решения краевых задач нестационарной теплопроводности в системе двух тел, нагреваемых тепловым потоком постоянной мощности при нагреве и остывании. С помощью разработанного программного обеспечения регистрируются термограммы (показания дифференциальных термопар ДТП 1 и ДТП 2 в режиме реального времени τ) в виде зависимости $\Delta T = f(\tau)$. На термограммах выделяются рабочие участки, на которых по расчетным выражениям определяются искомые ТФС [2].

За одну реализацию эксперимента появляется возможность определить ТФС объекта исследования с использованием различных математических моделей, адекватно отражающих реальный процесс теплопереноса в определенные интервалы времени при нагреве и остывании.

Автоматизация процессов сбора измерительной информации, управления ходом эксперимента, обработки экспериментальных данных осуществляется с помощью разработанного программного обеспечения и позволяет увеличить функциональные возможности ИИС.

Список литературы

1. *Математическая* модель распространения тепла в системе двух тел / И. В. Рогов, Н. Ф. Майникова, Е. П. Полуниин, Н. Ю. Полунина (Тужилина) // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2010. – № 1 – 3(38). С. 67 – 72.

2. *Измерительная* система на базе бикалориметра, реализующая многомодельный метод определения теплофизических свойств / И. В. Рогов, Н. Ю. Полунина (Тужилина), Е. П. Полуниин, Н. Ф. Майникова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2011. – Т. 77, № 8. – С. 36 – 39.

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