

СИСТЕМА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Измерительные устройства для определения теплофизических свойств (ТФС) плоских образцов в основном базируются на модели, которая предусматривает создание на внешних границах $x = L_n$ и $x = -L_1$ (рис. 1) постоянной температуры, что вызывает необходимость использования для этой цели термостатов (обычно жидкостных). Применение таких термостатов для измерительных условий, где можно использовать современное микропроцессорное измерительное оборудование, но для использования современных микропроцессорных измерительных управляющими каналами измерительного применены специальные защиты.

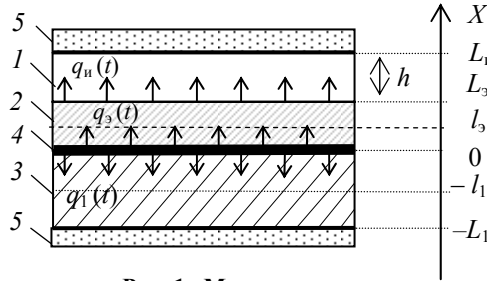


Рис. 1 Модель системы контактирующих тел

устройств или систем оправдано в лабораторных промышленных условиях контроль ТФС требует автономных мобильных измерительных устройств. измерительно-вычислительные системы позволяют использовать малогабаритные устройства с несколькими измерительными и Поэтому возникла возможность создания устройства, на внешних границах которого блоки, поддерживающие условия тепловой

Измерительное устройство представляет собой трехслойную систему, в которой пластина из исследуемого материала 1 контактирует с одной стороны с пакетом из двух пластин 2, 3 из эталонных материалов. Между пластинами 2, 3 находится плоский нагреватель 4. Таким образом, в измерительном устройстве отсутствует прямой контакт исследуемого материала с датчиками температуры и нагревателем, что позволяет исследовать ТФС и химически агрессивных, и влагонасыщенных материалов. В обоих эталонных образцах на известных расстояниях от нагревателя l_3, l_1 расположены датчики – интеграторы температуры.

устройство (рис. 1) представляет собой трехслойную систему, в которой пластина из исследуемого материала 1 контактирует с одной стороны с пакетом из двух пластин 2, 3 из эталонных материалов. Между пластинами 2, 3 находится плоский нагреватель 4. Таким образом, в измерительном устройстве отсутствует прямой контакт исследуемого материала с датчиками температуры и нагревателем, что позволяет исследовать ТФС и химически агрессивных, и влагонасыщенных материалов. В обоих эталонных образцах на известных расстояниях от нагревателя l_3, l_1 расположены датчики – интеграторы температуры.

Экспериментально измеряемыми величинами являются мощность электроннагревателя Q и изменение во времени температур двух эталонных образцов $U_3(l_3, t)$ и $U_1(-l_1, t)$ в сечениях $x = l_3$ и $x = -l_1$, соответственно.

На внешних границах измерительного устройства $x = L_n$ и $x = -L_1$ применяются специальные блоки тепловой защиты 5, поддерживающие адиабатические условия, характеризующиеся соотношением $\frac{\partial U_b(x, t)}{\partial x} = 0$.

Конструкция блока тепловой защиты показана на рис. 2.

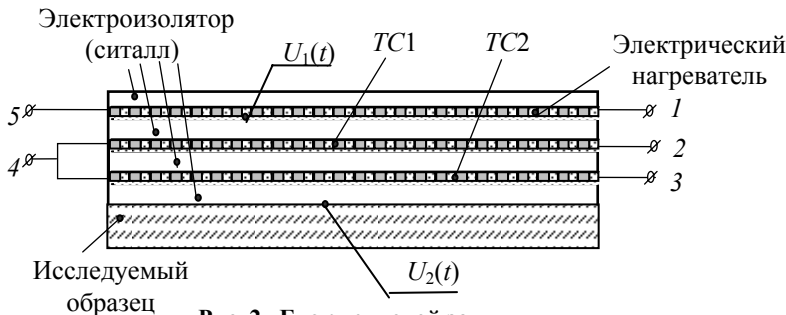


Рис. 2 Блок тепловой защиты

Термопреобразователи сопротивления $TC1$ и $TC2$, имеющие при одинаковой температуре равные значения сопротивления $R_{TC1} = R_{TC2}$, выполнены из медной проволоки одинаковой длины, намотанной по спирали по всей плоскости контакта. Величина $R1 = R2$ (рис. 3) равна сопротивлению $R_{TC1} = R_{TC2}$ при температуре, равной 293 К (как принято в международной системе физических единиц), т.е. $R1 = R2 = R_{TC1} = R_{TC2}$ при $U_n = 293$ К. Эти сопротивления $R1, R2$ не меняют свои значения в зависимости от температуры.

Элементы блока тепловой защиты подключены в мостовую схему (рис. 3), в которой выходной сигнал $\epsilon(\Delta U) = 0$ при условии, что температура на внешних плоскостях блока тепловой защиты одинакова, то есть $U_1(t) - U_2(t) = 0$. Таким образом, электрический нагреватель (рис. 2) должен поддерживать температуру $U_1(t)$, контролируемую термопреобразователем $TC1$, равной температуре $U_2(t)$, контролируемой термопреобразователем $TC2$. Такой процесс поддержания $\epsilon(\Delta U) = 0$ осуществляет система регулирования, реализованная на основе ИВК, в состав которого входят АЦП, ЦАП, а также персональный компьютер (рис. 3).

Для исследования ТФС образцов при заданных начальных температурах в измерительном устройстве (рис. 1) требуется создание начальной и постоянной по всему объему температуры $U(0) = U_{зад} = const$. Для этой цели используются те же блоки тепловой защиты. Электрическая схема подключения элементов блока тепловой защиты показана на схеме (рис. 4). Та же мостовая схема (рис. 3), измеряющая разность температур $U_1(t)$ и $U_2(t)$, и электроннагреватель 7 применяется для создания и контроля в измерительном устройстве заданной температуры $U_{зад}$.

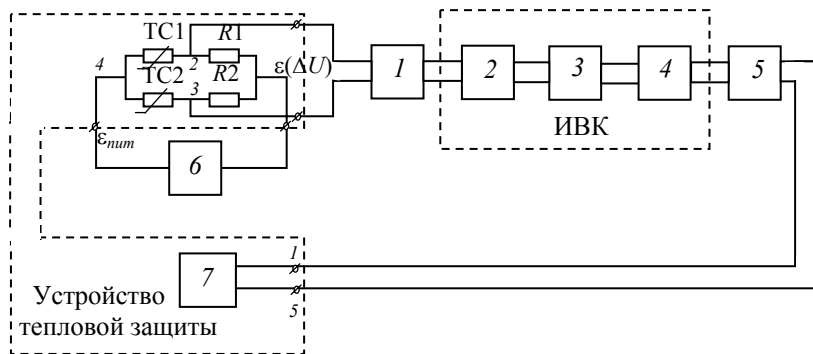


Рис. 3 Схема подключения элементов блока тепловой защиты:
 1 – преобразователь; 2 – АЦП; 3 – персональный компьютер;
 4 – ЦАП; 5 – усилитель; 6 – блок стабилизированного питания;
 7 – электронагреватель

Для этого в схеме предусмотрено подключение через переключатель $SA1$ образцового сопротивления $R3$, величина которого постоянна и равна сопротивлению $TC1$ при температуре 293 К. Если поддерживать с помощью нагревателя в блоке тепловой защиты заданное значение $\epsilon_{\text{вых}} = f(U_{\text{зад}})$, которое будет прямо пропорционально разности сопротивлений $\Delta R = R_{TC1}(U) - R3$, то температура блока будет равна $U_1(t) = U_{\text{зад}}$. Таким образом, блоки тепловой защиты будут выполнять роль термонагревателей и термостабилизаторов на границах $x = L_u$ и $x = -L_1$.

В данной схеме: $R1, R2, R3$ выполнены из константана или манганина, исключая температурную зависимость; $R1 = R2 \cong 1000 \text{ Ом}$, $R3 = R_{TC1} = R_{TC2}$ – при температуре 293 К. Тогда при включении через $SA1$ сопротивления $R3$ в мостовой схеме (рис. 4) сигнал $\epsilon_{\text{вых}}$ будет пропорционален разности сопротивлений $(R_{TC1} - R3)$, а эта величина – пропорциональна разности температур $(U_{TC1} - 293)$ К. Из расчета мостовой схемы можно найти зависимость $\epsilon_{\text{вых}} = f(U_{TC1} - 293)$. Тогда при заданном значении $\epsilon_{\text{вых}}$ (а следовательно, и температуры U_{TC1}), блок (рис. 4) будет представлять собой блок стабилизации температуры на границах измерительного устройства. Но при этом должно выполняться условие, что заданная температура будет выше температуры окружающей среды, так как в процессе регулирования выполняется фаза охлаждения при превышении регулируемой температуры над заданной.

Нагрев будет осуществляться до тех пор, пока все измерительное устройство не окажется нагретым до температуры $U_{\text{зад}}$, которая будет приниматься за начальную для исследования ТФС. При этом блоки тепловой защиты будут создавать нагрев до тех пор, пока не станет выполняться равенство $\epsilon_{\text{вых}} = \epsilon_{\text{зад}}$ и $U_{\text{зад}} = U(I_3) = U(-I_1)$. Зависимость $\epsilon(U)$ для данного блока заранее найдена экспериментально в образцовых термостабах.

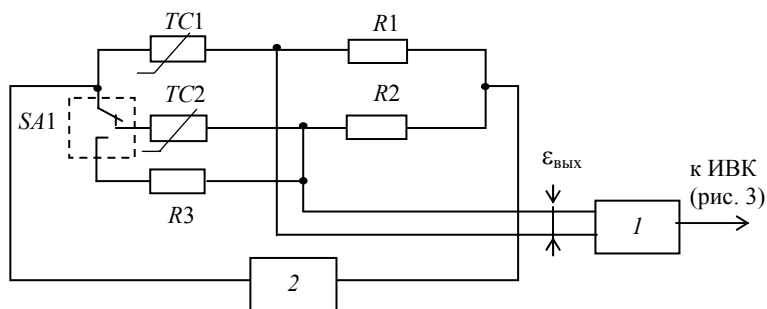


Рис. 4 Блок тепловой защиты в режиме термостаба:
 1 – преобразователь; 2 – блок питания

Показанное устройство мобильно и может быть достаточно далеко вынесено от основного блока ИВК, что дает возможность применять его в промышленных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шишкина Г.В. Методика выбора режимных и геометрических параметров средств контроля теплофизических свойств плоских образцов дисперсных материалов; Дис. ... канд. техн. наук. Тамбов, 2000. 179 с.
- 2 Власов В.В. и др. Теплофизические измерения: Справочное пособие по методам расчета полей, характеристик теплопереноса и автоматизации измерений. Тамбов, 1975. 256 с.