



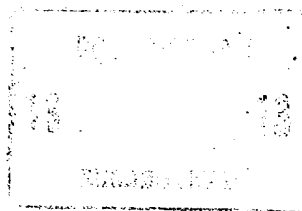
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1165959 A

4(51) G 01 N 25/20, 21/35, 27/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОВРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3646943/24-25

(22) 30.09.83

(46) 07.07.85. Бюл. № 25

(72) И.И. Петрова и В.Я. Чеховской

(71) Институт высоких температур
АН СССР

(53) 537.6(088.8)

(36) 1. F. Righini, A. Rosso,
G. Ruffino "System for fast high-
temperature measurement", High-Temp-
High Press, 1972, v. 4, p. 597-603.

2. A. Cerairligan, "Design and Opera-
tional characteristics of High-Speed
(Millisecond) System for the Meas-
urement of Furnace-physical Properties
at High Temperatures" J. Res NBS
v. 75c, № 1, 1971, p. 7-18 (прототип).

(54)(57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕПЛОЕМКОСТИ, ИЗЛУЧАТЕЛЬНОЙ СПОСОБ-
НОСТИ И УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕ-
НИЯ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРИАЛОВ при высо-
ких температурах, содержащее фото-
электрический пирометр, соединенный
с одним из выходов системы сбора и
обработки данных, на вход которой под-
ключены через образцовое сопротивление
потенциальные отводы для измере-
ния тока и потенциальные отводы от

исследуемого образца, схемы нагрева
образца и управления нагревом образ-
ца, соединенные между собой через
контактор, отличающееся с я
тем, что, с целью повышения точнос-
ти, в него дополнительно включен дат-
чик начального значения температуры
фотоэлектрического пирометра, соеди-
ненный с входом системы сбора и об-
работки данных, а схема управления
нагревом образца дополнительно со-
держит два реле времени, два проме-
жуточных реле, активный и балласт-
ный резисторы, нормально разомкну-
тые контакты первого реле времени
включены в цепь катушки первого про-
межуточного реле, нормально замк-
нутые контакты которого шунтированы
активным резистором, последователь-
но соединенным с балластным резис-
тором и источником постоянного то-
ка, а временные контакты первого ре-
ле времени включены в цепь катушки
второго реле времени, нормально
разомкнутые контакты которого под-
ключены к катушке контактора, а
катушка второго промежуточного реле
включена в цепь временных контак-
торов второго реле времени.

(19) SU (11) 1165959 A

Изобретение относится к области исследований теплофизических свойств тугоплавких электропроводных материалов при высоких температурах, в частности к определению теплоемкости, излучательной способности и удельного электросопротивления, и может быть использовано в энергетической, теплотехнической, металлургической промышленности и других областях науки и техники.

Известно устройство, предназначенное для определения теплофизических свойств веществ при высоких температурах импульсным методом, содержащее вакуумную камеру с исследуемым образцом, батарею аккумуляторов для импульсного нагрева образца, быстродействующий фотоэлектрический пирометр, быстродействующий контактор для включения и отключения греющего тока и систему сбора и обработки данных. В этом устройстве все управление измерениями, сбором и обработкой данных осуществляется от ЭВМ, связанной непосредственно со всей системой. В этом случае задатчиком времени отдельных этапов в процессе работы устройства является генератор импульсов, также находящийся в системе [1].

Недостатком этого устройства является большая погрешность измерений температуры, обусловленная дрейфом чувствительности приемника излучения пирометра, работающего в режиме постоянного тока без опорной пирометрической лампочки.

Наиболее близким техническим решением является устройство, содержащее вакуумную камеру с исследуемым образцом, фотоэлектрический пирометр, батарею аккумуляторов, быстродействующий контактор и три независимых системы для управления экспериментом, сбором и обработкой данных. Система, построенная на базе генератора импульсов и задержек, управляет импульсом греющего тока. Система, построенная на генераторе импульсов и задержек в устройстве управления памятью, осуществляет сбор данных и вывод их на перфоленту. Система, содержащая большой компьютер и устройство ввода-вывода, обрабатывает данные с перфоленты после завершения всех циклов измерений [2].

Недостатком известного устройства является низкая точность определения теплоемкости, излучательной способности и удельного электросопротивления из-за ошибок в измерении температуры, обусловленных широким динамическим диапазоном изменения регистрируемых сигналов пирометра, и неточности определения поправки на потери тепла излучением. Это связано с тем, что схема управления работой устройства не является гибкой, т.е. не позволяет регулировать диапазон изменения регистрируемых сигналов пирометра в процессе работы и заканчивать нагрев при заданном значении температуры. Отсутствие регулировки диапазона регистрируемых сигналов ухудшает разрешение аналого-цифрового преобразователя, вследствие чего возникает дополнительное увеличение погрешности измерения температуры. При минимальном измеряемом сигнале, равном 40 мВ, ошибка измерения только из-за разрешения АЦП составит 2,5%.

Цель изобретения - повышение точности определения теплоемкости, излучательной способности и удельного электросопротивления тугоплавких материалов при высоких температурах.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство, для определения теплоемкости, излучательной способности и удельного электросопротивления тугоплавких материалов при высоких температурах, содержащее фотоэлектрический пирометр, соединенный с одним из входов системы сбора и обработки данных, на вход которой подключены через образцовое сопротивление потенциальные отводы для измерения тока и потенциальные отводы от исследуемого образца, схемы нагрева образца и управления нагревом образца, соединенные между собой через контактор, дополнительно включен датчик начального значения температуры фотоэлектрического пирометра, соединенный с входом системы сбора и обработки данных, а схема управления нагревом образца дополнительно содержит два реле времени, два промежуточных реле, активный и балластных резисторы, нормально разомкнутые контакты первого реле времени включены в цепь катушки первого промежуточного реле, нормально замк-

нутые контакты которого шунтированы активным резистором, последовательно соединенным с балластным резистором и источником постоянного тока, а временные контакты первого реле времени включены в цепь катушки второго реле времени, нормально разомкнутые контакты которого подключены к катушке контактора, а катушка второго промежуточного реле включена в цепь временных контактов второго реле времени.

На чертеже изображена схема предлагаемого устройства.

Устройство содержит вакуумную камеру 1 с исследуемым образцом 2, источник 3 постоянного тока, контактор 4, фотоэлектрический пирометр 5 с датчиком 6 начального значения температуры, систему 7 управления нагревом образца, содержащую два реле 8 и 9 времени, два промежуточных реле 10 и 11, активный резистор 12, балластный резистор 13, источник 14 постоянного тока, а также систему 15 сбора и обработки данных, содержащую мини-ЭВМ 16, аналого-цифровой преобразователь 17, мультиплексор 18. При этом датчик 6 начального значения температуры соединен с одним из каналов мультиплексора 18, другие каналы мультиплексора 18 соединены с исследуемым образцом 2, образцовым сопротивлением 19, пирометром 5, системой 7 управления нагревом образца. Мини-ЭВМ 16 соединена с мультиплексором 18 и аналого-цифровым преобразователем 17. Нормально разомкнуты контакты реле 8 времени включены в цепь катушки промежуточного реле 10, нормально замкнутые контакты которого шунтированы активным резистором 12, последовательно соединенным с балластным резистором 13 и источником 14 постоянного тока, а временные контакты реле 8 времени включены в цепь катушки реле 9 времени, нормально разомкнутые контакты которого подключены к катушке контактора 4, а катушка промежуточного реле 11 включена в цепь временных контактов реле 9 времени.

Источник 3 постоянного тока и контактор 4 образуют систему 20 нагрева образца, пирометр 5 с датчиком 6 начального значения темпера-

туры образуют пирометрическую систему 21.

В основу работы устройства положен метод высокоскоростного импульсного нагрева исследуемого образца проходящим через него электрическим током и регистрации зависимости от времени τ температуры образца T , тока I , проходящего через образец, и падения напряжения U на его рабочем участке. По полученным зависимостям рассчитывают теплоемкость C_p

$$C_p = (UI - q_{\text{изл}}) / m (dT/d\tau)_{\text{нагр}},$$

где U - падение напряжения на образце;

I - ток, проходящий через образец;

m - масса рабочего участка образца;

$q_{\text{изл}} = mC_p (dT/d\tau)_{\text{нагр}} -$ поправка на потери тепла излучением во время нагрева;

$d\tau/dT$ - темп нагрева;

излучательную способность ϵ_t

$$\epsilon_t = UI / \sigma T^4 F (1 + \frac{dT/d\tau_{\text{нагр}}}{dT/d\tau_{\text{охл}}}),$$

где σ - постоянная Стефана-Больцмана;

F - поверхность рабочего участка образца;

$dT/d\tau_{\text{охл}}$ - темп охлаждения образца; удельное электросопротивление

$$\rho = \frac{U}{I} \cdot \frac{S}{l}, \quad (3)$$

где S - площадь поперечного сечения образца;

l - его длина.

Устройство работает следующим образом.

Образец 2 в виде трубки или стержня, помещенный в вакуумную камеру 1, нагревается током от источника 14 постоянного тока за короткий промежуток времени (около 1 с). Во время работы устройства измеряются температура образца 2 с помощью быстродействующего фотоэлектрического пирометра 5, приемником излучения в котором является фотоумножитель, падение напряжения на рабочем участке образца 2 и ток в цепи образца 2. Все эти сигналы поступают на аналого-цифровой преобразователь 17, связанный

с мультиплексером 18, который поочередно подключает к АЦП соответствующие каналы. Фотопирометр 5 поочередно сравнивает сигналы, поступающие с образца 2, с сигналом опорной лампы пирометра. Датчик 6 начального значения температуры вырабатывает некоторый постоянный сигнал, когда температура образца 2 достигнет заранее заданной величины. Этот сигнал является стартовым для начала измерений АЦП. Четыре системы устройства - система 20 нагрева образца, содержащая источник 3 постоянного тока и контактор 4, система 7 управления нагревом образца, пирометрическая система 21, содержащая пирометр 5 и датчик 6 начального значения температуры, и система 15 сбора и обработки данных - связаны между собой и работают по программе проведения измерений, находящейся в памяти мини-ЭВМ.

Устройство выполняет программу оп-25 деления одного из вышеуказанных теплофизических свойств следующим образом.

С помощью кнопки К₁ включается система нагрева образца 20 и одновременно через активный резистор 12 по-30 дается сигнал на запуск АЦП 17.

АЦП начинает измерения. При этом в течение времени, установленного на реле 8 времени, АЦП производит некоторое число измерений до на-35 грева образца для проверки отсутствия помех в каналах тока и напряжения. На температурном канале при этом измеряются постоянные сигналы 40 опорной лампы пирометра. По истечении времени, установленного на реле 8 времени, с помощью реле 9 времени включается контактор 4 и на-45 чинается нагрев образца 2. АЦП начинает производить измерения тока, напряжения и температуры образца 2 по сигналу, который вырабатывает датчик 6 начального значения температуры, главным элементом которого явля-50

ется фильтр нижних частот, на выходе которого скачком меняется постоянная составляющая. Для усиления этого скачка служит пороговое устройство, выполненное на базе триггера Шмитта. Датчик начального значения температуры вырабатывает сигнал на запуск АЦП, когда температура образца достигает величины порядка 1800-2200 К. В этих пределах датчик позволяет регулировать начало измерений АЦП. Конец измерений регулируется с помощью напряжения питания фотоумножителя пирометра.

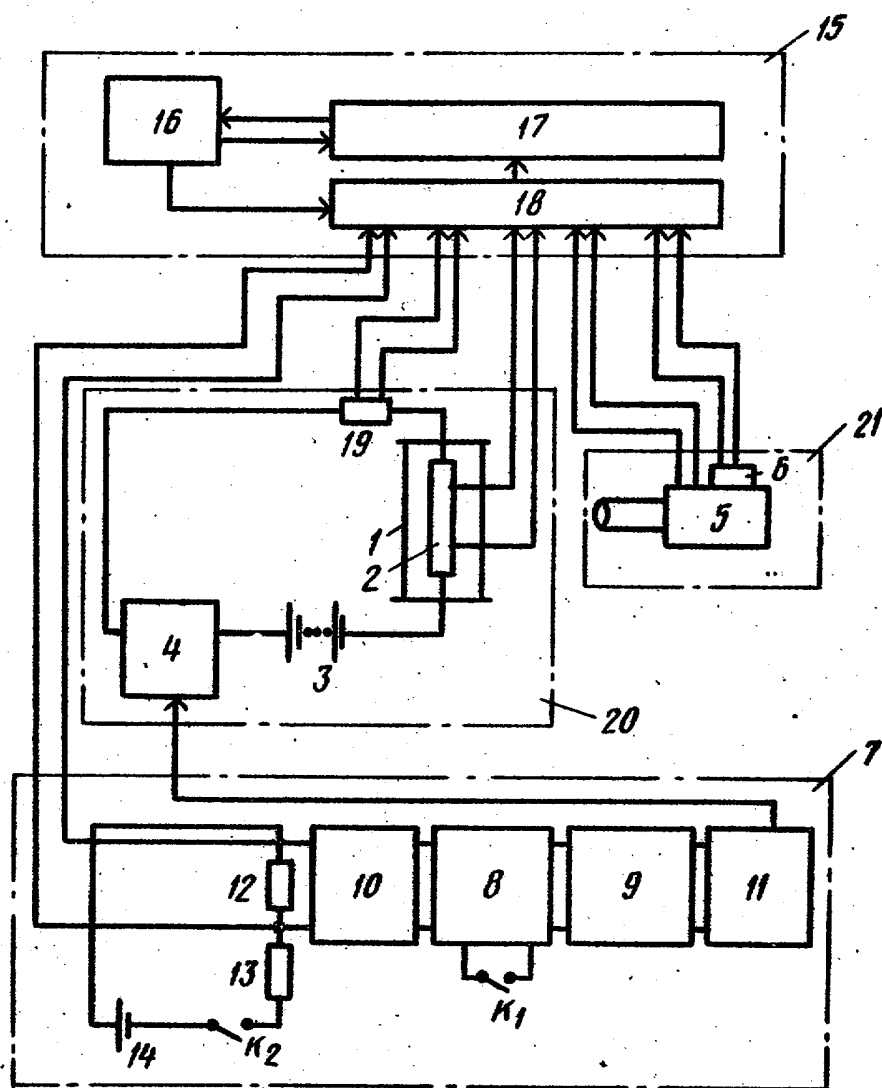
Время нагрева образца, установленное на реле 9 времени, можно регулировать в пределах 0,1-2,5 с в зависимости от материала и массы образца. Число измерений во время нагрева регулируется программным путем в широких пределах.

После выключения нагрева образца 2 измерения продолжают с целью получения кривой охлаждения образца, которая используется для расчета излучательной способности и введения поправки на охлаждение в определении теплоемкости.

Измеренные значения тока, напряжения и температуры заносятся в память мини-ЭВМ, затем выводятся на печать для предварительного анализа, после чего дается команда ЭВМ на обработку полученных результатов. Расчет излучательной способности, теплоемкости и удельного электро-сопротивления производится по приведенным формулам.

Повышение точности определения теплоемкости, излучательной способности и удельного электросопротивления достигается за счет ограничения динамического диапазона изменения регистрируемого сигнала пирометра во время импульсного нагрева.

При использовании устройства суммарные погрешности в определении теплоемкости составляют 1,5%, излучательной способности 2,5%, удельного электросопротивления 0,4%.



Составитель В. Гусева
 Редактор С. Патрушева Техред Т. Маточка Корректор В. Гирняк

Заказ 4302/36 Тираж 897 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4