



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012117659/08, 27.04.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.04.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **27.04.2012**(45) Опубликовано: **10.02.2014** Бюл. № 4(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2359309 C2, 20.06.2009. RU 40508 U1, 10.09.2004. RU 2286563 C2, 27.10.2006. WO 1990005329 A1, 17.05.1990.**

Адрес для переписки:

**199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение "Арктический и Антарктический
научно-исследовательский институт" (ФГБУ
"АНИИ")**

(72) Автор(ы):

**Балакин Рудольф Александрович (RU),
Тимец Валерий Михайлович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

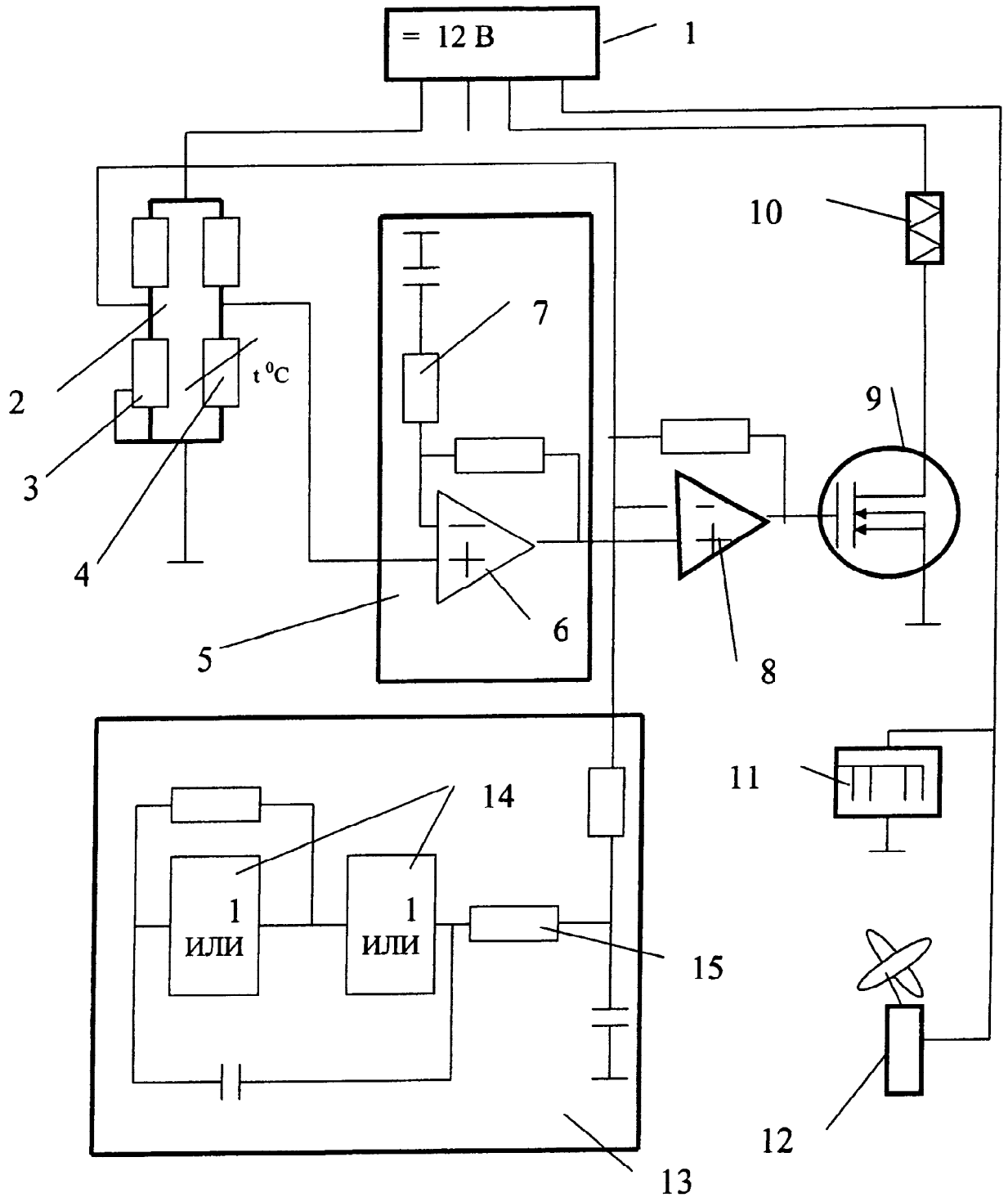
**Федеральное государственное бюджетное
учреждение "Арктический и Антарктический
научно-исследовательский институт"
(ФГБУ "АНИИ") (RU)**

(54) ТЕРМОСТАТ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ И ПРОВЕРКИ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к термостату для калибровки и поверки океанографических приборов. Технический результат заключается в повышении точности термостатирования до 0,001°C и в сокращении времени выхода термостата в заданную точку температуры в 3 раза за счет оптимизации алгоритма регулирования. Для этого предложен термостат, содержащий рабочую теплоизолированную камеру и размещенные в ней охлаждающий элемент Пельтье с вентилятором, подключенные непосредственно к стабилизированному источнику питания, резистивный нагревательный элемент, управляемый исполнительным ключом в виде силового транзистора, и электронный регулятор температуры, состоящий из мостовой схемы с датчиком и задатчиком

температуры, с усилителем разбаланса моста, при этом электронный регулятор температуры дополнен последовательно включенными между мостовой схемой и входом силового транзистора блоком плавного регулирования мощности нагревателя и блоком упреждения включения и выключения нагревательного элемента, при этом блок упреждения включения и выключения нагревательного элемента выполнен на операционном усилителе с дифференцирующей RC-цепочкой в инвертирующей обратной связи операционного усилителя, а блок плавного регулирования мощности нагревательного элемента выполнен в виде генератора пилообразного напряжения треугольной формы с регулируемым порогом отсечки, построенного из двух логических элементов ИЛИ с интегрирующей RC- цепью на выходе генератора. 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G05D 23/19 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012117659/08, 27.04.2012

(24) Effective date for property rights:
27.04.2012

Priority:

(22) Date of filing: 27.04.2012

(45) Date of publication: 10.02.2014 Bull. 4

Mail address:

199397, Sankt-Peterburg, ul. Beringa, 38,
Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie "Arkticheskij i Antarkticheskij
nauchno-issledovatel'skij institut" (FGBU
"AANII")

(72) Inventor(s):

**Balakin Rudol'f Aleksandrovich (RU),
Timets Valerij Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie "Arkticheskij i Antarkticheskij
nauchno-issledovatel'skij institut" (FGBU
"AANII") (RU)**

(54) **THERMOSTAT FOR CALIBRATING AND CHECKING OCEANOGRAPHIC TOOLS**

(57) Abstract:

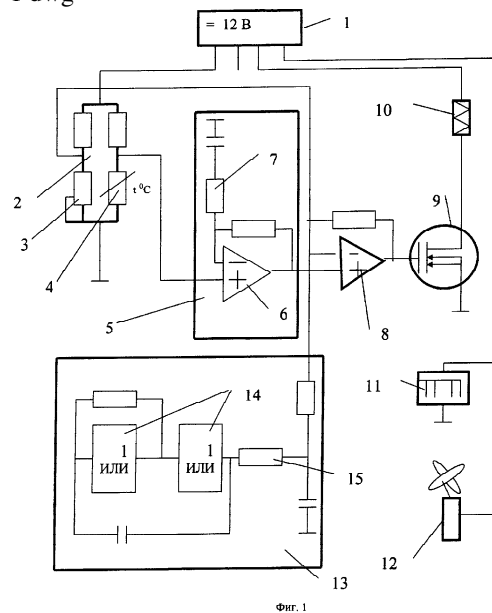
FIELD: physics; control.

SUBSTANCE: invention relates to a thermostat for calibrating and checking oceanographic tools. Disclosed is a thermostat, having a working heat-insulated chamber and a Peltier cooling element with a fan placed in said chamber, connected to directly to a stabilised power supply, a resistive heating element which is controlled by an actuating switch in form of a power transistor, and an electronic temperature controller consisting of a bridge circuit with a sensor and a temperature setter, with a bridge imbalance amplifier, wherein the electronic temperature controller further includes a unit for smooth adjustment of heater power and a unit for alerting on/off switching of the heating element connected in series between the bridge circuit and the input of the power transistor, wherein the unit for alerting on/off switching of the heating element is based on an operational amplifier with a differentiating RC circuit in the inverting feedback of the operational amplifier, and the unit for smooth adjustment of the power of the heating element is in form of a sawtooth-voltage generator with controlled cutoff threshold, built from two OR logic elements

with an integrating RC circuit at the output of the generator.

EFFECT: increasing accuracy of temperature control to 0,001°C and cutting the time it takes for the thermostat to reach a given temperature three-fold by optimising the control algorithm.

1 dwg



RU 2 506 624 C2

RU 2 506 624 C2

Изобретение относится к области океанографической техники и предназначено для калибровки и поверки измерительных приборов при использовании совместно с эталонным цифровым термометром.

5 Известны термостаты, содержащие теплоизолированный корпус и размещенные в нем блок питания, вентилятор, нагреватель и блок охлаждения, управляемые первым и вторым задатчиками и блоком регулирования температуры (Патент RU №95112630 от 27.07.1997 г. Термостат). Недостатком этого термостата является необходимость использования дополнительных хладоэлементов (предварительно охлажденных
10 закладных емкостей) и электрического аккумулятора, что ограничивает продолжительность рабочего сеанса и тем самым создает неудобства в работе, снижающие производительность труда.

Известно также "Устройство для регулирования температуры" аналогичного назначения, используемого в электрорадиотехнических системах (патент RU №2160920
15 С2 от 20.12.2000 г.). Это устройство содержит последовательно включенные термочувствительный узел, усилитель с переключательной характеристикой компаратора и нагреватель. Устройство отличается тем, что в термочувствительный узел введен дополнительно высокоомный резистор. Кроме того, устройство
20 отличается тем, что усилитель с переключательной характеристикой компаратора содержит первый и второй транзисторы и выходной транзисторный ключ, к коллектору которого подключен нагреватель. Преимуществом данного устройства согласно описанию является уменьшение потребления энергии в состоянии «выключено» и «уменьшение габаритов». Недостатком данного устройства, с точки
25 зрения поставленной задачи, является низкая точность термостатирования, обусловленная двухпозиционным режимом работы регулятора. Этот недостаток связан с использованием усилителя с переключательной характеристикой компаратора. При двухпозиционном принципе регулирования нагреватель
30 устанавливается в положение «включено» или «выключено» только в момент достижения заданной точки температуры. При этом неизбежно происходит перерегулирование за счет инерционности нагревательного элемента. В результате температура рабочей камеры все время колеблется около заданной точки термостатирования с некоторой амплитудой по пилообразному закону. Амплитуда и
35 период колебаний температуры определяются соотношением теплоемкости нагревателя к теплоемкости содержимого рабочей камеры, а также временем запаздывания реакции датчика температуры. В типичном случае амплитуда колебаний температуры составляет от 0,1 до 1°C, а период колебаний - от одной секунды до
40 минуты. Для целей калибровки океанографических приборов такие параметры термостата не приемлемы, так как требования к точности калибровки находятся на уровне 0,001°C и выше.

Наиболее близким техническим решением к заявленному по совокупности признаков является "Устройство для стабилизации температуры изделия" (патент RU
45 5359309 от 10.01.2009 г.). Согласно описанию этого изобретения устройство содержит связанные между собой стабилизированные цепи питания, первый и второй датчики температуры, два усилителя, генератор тока и выходной силовой транзистор, управляющий включением нагревателя.

50 Техническим результатом изобретения согласно прототипу является повышение надежности его работы путем исключения вероятности перегрева при одном отказе любого элемента за счет совмещения роли регулятора температуры и нагревателя без снижения надежности исполняемой функции.

Недостатком прототипа с точки зрения поставленной задачи является низкая точность стабилизации температуры, обусловленная его структурной схемой. Согласно структурной схеме температура устройства поддерживается на заданном уровне в некотором интервале от t_{\min} до t_{\max} , ограниченном первым и вторым датчиками температуры. Так работает, например, бытовой холодильник, периодически включаясь при достижении температуры верхней границы заданного интервала и выключаясь при достижении нижней границы. Такие характеристики устройства не удовлетворяют требованиям поставленной задачи.

Задачей настоящего изобретения является создание термостата для калибровки измерительных приборов со стабильностью поддержания температуры в рабочей камере на уровне $0,001^{\circ}\text{C}$ в нескольких заданных точках рабочего диапазона. При этом предполагается, что абсолютная погрешность калибровки обеспечивается эталонным цифровым термометром. Кроме того, в задачу изобретения входит повышение производительности труда оператора, выполняющего калибровку, которая обеспечивается достаточно быстрым процессом установления заданной температуры в термостате.

Указанные цели достигаются тем, что в термостате, содержащем рабочую теплоизолированную камеру и размещенные в ней охлаждающий элемент Пельтье с вентилятором, подключенные непосредственно к стабилизированному источнику питания, резистивный нагревательный элемент, управляемый исполнительным ключом в виде силового транзистора, и электронный регулятор температуры, состоящий из мостовой схемы с датчиком и датчиком температуры, с усилителем разбаланса моста, отличающийся тем, что электронный регулятор температуры дополнен последовательно включенными между мостовой схемой и входом силового транзистора блоком плавного регулирования мощности нагревателя и блоком упреждения включения и выключения нагревательного элемента, при этом блок упреждения включения и выключения нагревательного элемента выполнен на операционном усилителе с дифференцирующей RC-цепочкой в инвертирующей обратной связи операционного усилителя, а блок плавного регулирования мощности нагревательного элемента выполнен в виде генератора пилообразного напряжения треугольной формы с регулируемым порогом отсечки, построенного из двух логических элементов ИЛИ с интегрирующей RC-цепью на выходе генератора.

Блок-схема термостата представлена на Фиг. 1. В состав блок-схемы входят расположенные в теплоизолированной камере: стабилизированный источник питания 1, измерительный мост, в плечи которого подключены датчик температуры 3 типа регулируемого потенциометра и термисторный датчик температуры 4, блок упреждения 5, построенный из операционного усилителя 6 и дифференцирующей цепочки 7, усилитель 8 сигнала разбаланса моста, исполнительный ключ 9 в виде полевого транзистора, резистивный нагревательный элемент 10, элемент Пельтье 11, вентилятор 12, блок плавного регулирования мощности нагревателя 13 в виде двух логических инверторов ИЛИ 14 и интегрирующей RC-цепочки 15.

Работа схемы происходит в следующем порядке. После включения стабилизированного источника питания 1, термостат начинает работать. Если температура окружающей среды выше заданной точки термостатирования, то включается охлаждающий элемент Пельтье 11 и доводит температуру рабочей камеры до температуры несколько ниже точки термостатирования. Далее элемент Пельтье остается постоянно включенным и не регулируется, поскольку ввиду его большой

тепловой инерции регулирование не целесообразно. После выхода температуры камеры ниже точки термостатирования датчик температуры 4 выдает положительный сигнал разбаланса моста, который усиливается усилителем 8 и через исполнительный ключ на транзисторе 9 включает резистивный нагреватель 10. Тепловая мощность нагревателя выше мощности охлаждающего элемента Пельтье, поэтому рабочая камера начинает быстро нагреваться. На начальном участке нагрева камеры сигнал разбаланса датчика температуры имеет большую величину, вызывая ограничение усилителя 8. Ограниченный сигнал имеет постоянный уровень, близкий к напряжению питания, поэтому блок упреждения включения и выключения нагревателя 5 и блок плавного регулирования мощности 13, реагирующие на скорость изменения сигнала, не принимают участия в регулировании температуры. При подходе температуры к точке термостатирования в интервале порядка $0,1^{\circ}\text{C}$ сигнал разбаланса моста 2 снижается на столько, что усилитель разбаланса 8 выходит из ограничения и переходит в линейный режим усиления. На этом этапе вступают в работу блоки упреждения 5 и плавного регулирования мощности нагревателя 13. Принцип действия блока упреждения заключается в том, что он вырабатывает выходной сигнал управления, пропорциональный скорости изменения температуры с учетом знака изменения. Эту функцию выполняет дифференцирующая RC-цепочка 7, включенная в обратную связь операционного усилителя 6. Выходной сигнал блока упреждения 5 складывается с сигналом разбаланса моста с учетом знака и тем самым вызывает упреждающее включение или отключение нагревателя. Чем больше скорость изменения температуры, тем раньше срабатывает блок упреждения. В результате упреждающего отключения нагревателя температура некоторое время продолжает по инерции изменяться в ту же сторону, но с меньшей скоростью и подходит к точке термостатирования по экспоненте, не переходя границу. На этой же стадии процесса нагрева, когда усилитель сигнала разбаланса выходит из ограничения и переходит в линейный режим, в работу включается блок плавного регулирования мощности нагревателя 13. Принцип действия этого блока заключается в том, что он вырабатывает сигнал пилообразного напряжения треугольной формы достаточно высокой частоты по отношению к инерционности рабочей камеры термостата. Этот сигнал вызывает прерывистое включение нагревателя короткими импульсами относительно высокой частоты. За счет тепловой инерции нагревателя импульсный режим сглаживается и воспринимается как плавное регулирование. При этом сохраняется высокий КПД управляющего ключа, который в отличие от действительно плавного аналогового регулятора задатчика температуры 3 не рассеивает на себе остаточной мощности. Плавно изменяемым параметром прерывистого включения является скважность управляющих импульсов, которая может изменяться от нуля до единицы. Длительность управляющих импульсов плавно регулируется сигналом разбаланса моста 2 путем изменения порога отсечки пилообразного напряжения. Пилообразное напряжение треугольной формы вырабатывается генератором пилообразного напряжения, построенным из двух логических элементов ИЛИ и интегрирующей RC-цепочки. В результате плавного регулирования мощность нагревателя автоматически устанавливается в точке термостатирования на таком уровне, при котором мощность теплового потока из термостата в окружающую среду равняется суммарной мощности нагревателя и охладителя. При этом регулирование температуры осуществляется устойчиво без колебаний. Остаточная погрешность регулирования температуры определяется чувствительностью датчика температуры 4 и коэффициентом усиления усилителя сигнала разбаланса моста 8.

Заявленные преимущества изобретения обеспечиваются его отличительными признаками. Высокая точность термостатирования на уровне $0,001^{\circ}\text{C}$ достигается благодаря высокой чувствительности датчика температуры и большому коэффициенту усиления усилителя 8 сигнала разбаланса моста. При высокой чувствительности электронного регулятора его устойчивость обеспечивается только благодаря действию блоков упреждения включением нагревателя 5 и плавного регулирования мощности нагревателя 13. Без их участия схема регулирования неизбежно возбуждается на низкой частоте с большой амплитудой автоколебаний температуры.

Быстрый выход термостата на заданную температуру достигается за счет того, что большую часть цикла регулирования рост или снижение температуры происходит при максимальной мощности нагревателя или охладителя. И только при подходе температуры к точке термостатирования на $0,1^{\circ}\text{C}$ включается режим плавного регулирования с относительно малой скоростью роста или снижения температуры. Такой алгоритм функционирования регулятора обеспечивает минимально возможное время выхода термостата в рабочую точку и соответственно высокую производительность труда при выполнении операций калибровки и поверки. Экспериментальные исследования опытного образца термостата подтвердили ожидаемые технические характеристики.

Формула изобретения

Термостат, содержащий рабочую теплоизолированную камеру и размещенные в ней охлаждающий элемент Пельтье с вентилятором, подключенные непосредственно к стабилизированному источнику питания, резистивный нагревательный элемент, управляемый исполнительным ключом в виде силового транзистора, и электронный регулятор температуры, состоящий из мостовой схемы с датчиком и задатчиком температуры, с усилителем разбаланса моста, отличающийся тем, что электронный регулятор температуры дополнен последовательно включенными между мостовой схемой и входом силового транзистора блоком плавного регулирования мощности нагревателя и блоком упреждения включения и выключения нагревательного элемента, при этом блок упреждения включения и выключения нагревательного элемента выполнен на операционном усилителе с дифференцирующей RC-цепочкой в инвертирующей обратной связи операционного усилителя, а блок плавного регулирования мощности нагревательного элемента выполнен в виде генератора пилообразного напряжения треугольной формы с регулируемым порогом отсечки, построенного из двух логических элементов ИЛИ с интегрирующей RC-цепью на выходе генератора.