



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 163 358** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 01 K 7/36, G 01 R 27/26**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

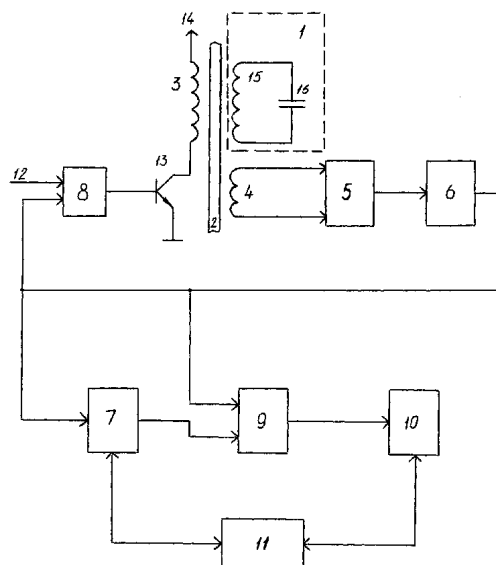
(21), (22) Заявка: 99107790/28, 09.04.1999
(24) Дата начала действия патента: 09.04.1999
(46) Дата публикации: 20.02.2001
(56) Ссылки: SU 137226 A1, 07.02.1988. DE 3342378 A1, 05.06.1985. WO 86/01595 A1, 13.03.1986. DE 3744196 A1, 27.07.1989. RU 2066853 C1, 20.09.1996.
(98) Адрес для переписки:
614600, г.Пермь, ГСП-404, ул. Ленина 66,
Гос.НИИУМС, отд.44, Туневу Л.В.

(71) Заявитель:
Рассомагин Василий Радионович,
Овчинников Иван Андреевич,
Тунев Леонид Васильевич
(72) Изобретатель: Рассомагин В.Р.,
Овчинников И.А., Тунев Л.В.
(73) Патентообладатель:
Рассомагин Василий Радионович,
Овчинников Иван Андреевич,
Тунев Леонид Васильевич

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

(57)

Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике, а именно к автоматизации измерений температуры сред. Способ измерения температуры парамагнитных сред включает помещение среды внутри индуктивного датчика. При этом датчик включен в колебательный контур. На среду воздействуют электромагнитным полем путем создания незатухающих резонансных колебаний контура. Измеряют период колебаний в контуре. Вычисляют температуру исследуемой среды. Измерение периода колебаний увеличивает точность измерения по сравнению с измерением амплитудных значений. 1 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 163 358** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **G 01 K 7/36, G 01 R 27/26**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99107790/28, 09.04.1999

(24) Effective date for property rights: 09.04.1999

(46) Date of publication: 20.02.2001

(98) Mail address:
614600, g.Perm', GSP-404, ul. Lenina 66,
Gos.NIIUMS, otd.44, Tunevu L.V.

(71) Applicant:
Rassomagin Vasilij Radionovich,
Ovchinnikov Ivan Andreevich,
Tunev Leonid Vasil'evich

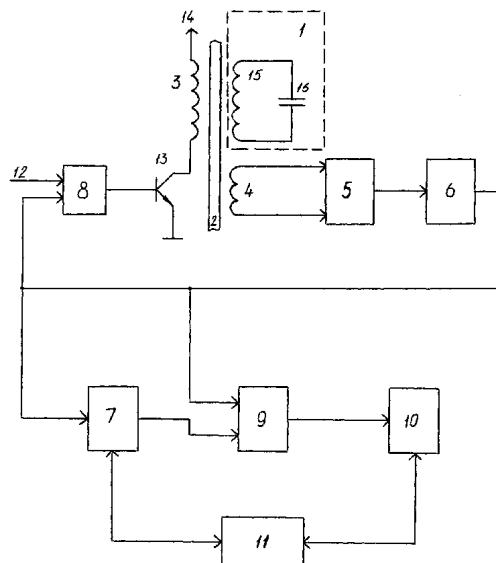
(72) Inventor: Rassomagin V.R.,
Ovchinnikov I.A., Tunev L.V.

(73) Proprietor:
Rassomagin Vasilij Radionovich,
Ovchinnikov Ivan Andreevich,
Tunev Leonid Vasil'evich

(54) **TEMPERATURE MEASURING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: automatics and computing technique, namely automatization of processes for measuring temperature of different media. SUBSTANCE: method for measuring temperature of paramagnetic media comprises steps of placing medium inside induction sensor; connecting said sensor to oscillation circuit; acting upon medium by means of electromagnetic field due to generating non-attenuating resonance oscillations in said circuit; measuring oscillation period in oscillation circuit; calculating temperature of investigated medium. EFFECT: enhanced accuracy of temperature measurement in comparison with processes for measuring amplitude values due to measuring oscillation period. 1 dwg



Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике, а именно к автоматизации измерений температуры сред.

Известен способ измерения температуры, вытекающий из работы термоэлектрических преобразователей температуры (см. кн. Крамарухин Ю.Е. Приборы для измерения температуры. - М.: Машиностроение, 1990, - с. 17-25), заключающийся в том, что с помощью чувствительного элемента, который состоит из двух разнородных термоэлектродов, сваренных между собой на одном конце, который составляет горячий спай, преобразуют тепловую энергию в термоЭДС чувствительного элемента при наличии разности температур между его свободными концами и горячим спаем, измеряют термоЭДС в цепи термоэлектрического преобразователя и по известной зависимости термоЭДС от температуры определяют измеряемую температуру среды, причем определяют температуру свободных концов чувствительного элемента и в измеряемую величину термоЭДС вносят поправку на температуру свободных концов.

Указанный способ не позволяет выполнить измерение температуры с высокой точностью вследствие относительно малых значений развиваемой термоЭДС, необходимости вносить поправки на отличие температуры свободных концов от 0°C. Точное определение температуры свободных концов термопреобразователя в условиях эксплуатации и обеспечение ее постоянства в течение всего периода измерений весьма затруднительно.

Наиболее близким к предлагаемому способу является способ измерения электрических и магнитных характеристик сред (см. описание к а.с. СССР N 1372226, кл. G 01 N 27/00. Способ измерения электрических и магнитных характеристик сред), заключающийся в том, что образец испытуемой среды помещают внутри индуктивного датчика, включенного в колебательный контур, измеряют параметры колебаний в колебательном контуре, сравнивают их с эталонными значениями для образцов сред с известными характеристиками и по результатам сравнения судят о величине магнитных характеристик испытуемой среды, причем в колебательном контуре возбуждают затухающие колебания, определяют амплитуду первого полупериода затухающих колебаний, устанавливают ее на заданном уровне путем изменения напряжения, возбуждающего колебательный контур, и измеряют амплитуды четных полупериодов затухающих колебаний или в другом случае измеряют средне-выпрямленное значение либо четных, либо нечетных полупериодов затухающих колебаний, а для повышения чувствительности определяют и поддерживают на заданном уровне амплитуду второго полупериода затухающих колебаний и измеряют амплитуды нечетных полупериодов затухающих колебаний.

Этот способ позволяет измерять магнитную восприимчивость парамагнитных веществ. По значению магнитной восприимчивости можно определить температуру парамагнитного вещества из закона Кюри (см. кн. Савельев И.В. Курс

общей физики, Т. 2.- М.: Наука, 1978, с. 166), путем помещения образца испытуемой среды с известной концентрацией атомов, молекул среды внутри индуктивного датчика. Однако измерение по способу основано на определении амплитудных значений резонансных колебаний колебательного контура, что предполагает низкую точность измерения. Для измерения амплитуд обычно используют амплитудный детектор с конденсатором.

Погрешность измерения такого вольтметра с амплитудным детектированием сигнала зависит от частоты и тем больше, чем меньше частота. Верхнее значение частотного диапазона амплитудных детекторов определяют прежде всего паразитные параметры: емкость и индуктивность соединительных проводов и диода. Недостатком вольтметров с амплитудным детектированием является их относительно низкая чувствительность (см. кн. под редакцией Кузнецова В.А. Справочник. Измерения в электронике.- М.: Энергоатомиздат, 1987, - с. 91 - 94).

Кроме того, указанный способ предполагает использование ключевого каскада на транзисторе, непосредственно подключенного к колебательному контуру, и стабильного источника питания, которые также вносят дополнительные погрешности в способ измерения за счет внутреннего сопротивления источника питания, емкости переходов транзистора, зависимости его параметров от температуры.

Цель изобретения - повышение точности измерений.

Указанная цель достигается тем, что после того, как образец испытуемой среды с известной концентрацией атомов, молекул среды помещают внутри индуктивного датчика, включенного в колебательный контур, в котором возбуждают резонансные колебания электрического тока или электромагнитного поля, воздействуют создаваемым электромагнитным полем индуктивного датчика на испытуемую среду, ориентируют магнитные моменты атомов, молекул среды преимущественно в одном направлении вдоль силовых линий электромагнитного поля, создаваемого индуктивным датчиком, и намагничивают среду, создают собственное электромагнитное поле среды, которое взаимодействует с электромагнитным полем индуктивного датчика, в результате чего изменяют индуктивность индуктивного датчика и измеряют параметры колебаний в колебательном контуре, в колебательном контуре возбуждают непрерывные резонансные колебания с подкачкой энергии в определенные моменты времени, увеличивают в эти моменты амплитуду колебаний, преобразуют эти колебания в цифровую форму, определяют период колебаний колебательного контура путем измерения интервала времени, в которое укладывается заданное число периодов колебаний колебательного контура, подставляют значение величины периода в известные физические формулы и вычисляют температуру испытуемых сред с заданной концентрацией атомов, молекул сред, используя постоянные коэффициенты, которые определяют предварительно, для чего совершают аналогичные действия над

эталонными средами с известными характеристиками, определяют значения величин периода колебательного контура для каждой эталонной среды, подставляют их значения и значения известных характеристик эталонных сред в известные физические формулы.

Материальным объектом, над которым осуществляют указанные выше действия, является среда (парамагнитное или диамагнитное вещество или смесь веществ).

Конкретная последовательность действий над материальным объектом состоит в следующем:

1) в помещении среды внутри индуктивного датчика, включенного в колебательный контур;

2) в непрерывном воздействии электромагнитным полем индуктивного датчика на среду путем создания непрерывных незатухающих резонансных колебаний колебательного контура;

3) ориентации магнитных моментов атомов, молекул среды преимущественно в одном направлении;

4) намагничивании среды;

5) создании собственного электромагнитного поля среды;

6) в взаимодействии электромагнитного поля среды и электромагнитного поля индуктивного датчика;

7) изменении в процессе взаимодействия индуктивности колебательного контура при помещении среды в индуктивный датчик и измерении периода колебаний в колебательном контуре с подстановкой значений величины периода в известные физические формулы, и вычисление температуры сред с известной концентрацией атомов, молекул сред с использованием постоянных коэффициентов, которые определяют предварительно описанным выше способом, совершая указанные действия над средами с известными характеристиками.

Отличительной особенностью является создание непрерывных незатухающих резонансных колебаний, в результате которых создают непрерывное воздействие электромагнитным полем индуктивного датчика на среду. Это необходимо для того, чтобы заданное число периодов, укладываемых в измеряемый интервал времени было большим для достижения высокой точности измерения малых значений температуры среды.

Указанные отличительные признаки в известных технических решениях не обнаружены. Это доказывает соответствие предлагаемого способа измерения температуры сред критерию "существенные отличия".

Новое свойство предложенного способа заключается в создании такой совокупности и последовательности действий над материальным объектом во времени, а также условий осуществления этих действий и режимов их выполнения, при которых обеспечивается повышение точности измерения.

Таким образом, благодаря совокупности перечисленных выше существенных признаков, отличающих заявляемый способ от известных и заключающихся в определенной совокупности и последовательности действий, совершаемых над парамагнитным или диамагнитным веществом, а также смесью

веществ, достигается цель изобретения. Исключение из совокупности действий даже одного отличительного признака делает невозможным достижение поставленной цели изобретения. Так, например, предлагаемый способ предполагает измерение периода колебаний, изменяющегося в результате указанных выше действий над материальным объектом, чем увеличивает точность измерения по сравнению с измерением амплитудных значений. Исключение подкачки энергии в колебательный контур не позволит получить непрерывные колебания, которые необходимы для того, чтобы выбрать большой интервал времени измерения, в который будет укладываться достаточное для измерения заданное число периодов. В случае обеспечения разовой подкачки и генерации затухающих колебаний колебательного контура, даже при высокой добротности контура, число измеряемых периодов может оказаться недостаточным для получения высокой точности измерений. Операции вычислений постоянных коэффициентов для эталонных сред, полученных при выполнении указанной совокупности действий, позволяют с большей степенью точности получить результат измерения по сравнению с аппроксимацией характеристик в прототипе.

На чертеже изображена структурная схема одного из возможных вариантов технической реализации предлагаемого способа.

Устройство, реализующее предлагаемый способ, содержит колебательный контур 1, в индуктивном контакте с которым помещают испытуемую среду 2, обмотку 3 подкачки энергии, обмотку 4 считывания информации, выводы которой соединены с входами измерительного усилителя 5, выход которого подключен к входу компаратора 6, выход которого соединен с синхровходом делителя частоты (на чертеже не показан) формирователя 7 временных интервалов, с первым входом элемента ИЛИ 8 и с синхровходом триггера 9, информационный вход которого подключен к выходу ждущего мультивибратора (на чертеже не показан) формирователя 7 временных интервалов, а прямой выход соединен с входом запуска измерителя 10 временных интервалов, группа информационных входов-выходов которого соединена с ЭВМ 11 через плату (на чертеже не показана) IEEE 488 CARD, устанавливаемую в ЭВМ 11, и является каналом общего пользования (КОП), формирователь 7 временных интервалов через канал последовательной передачи информации RS-232C подключен к ЭВМ 11, второй вход элемента ИЛИ 8 является входом 12 запуска непрерывных незатухающих колебаний колебательного контура 1, а открытый коллекторный выход, подтянутый к плюсовому выводу напряжения питания, через резистор (на чертеже не показан) соединен с базой транзистора 13, эмиттер которого подключен к выводу "общий" питания, а коллектор подключен к первому выводу обмотки 3 подкачки энергии, второй вывод которой подключен к плюсовому выводу 14 питания, а колебательный контур 1 содержит катушку 15 индуктивности и конденсатор 16.

Катушка 15 индуктивности (индуктивный датчик) может быть выполнена следующим образом. На каркас из трубы, сделанной из полимерного, неферромагнитного материала,

наматывают виток к витку толстый эмалированный провод и получают соленоид. Витки закрепляют каким-либо способом, не влияющим в значительной степени на величину магнитной восприимчивости. Поверх катушки 15 индуктивности наматывают катушку 3 подкачки и катушку 4 считывания информации и также закрепляют на трубе.

Катушка 15 индуктивности, обмотка 3 подкачки и обмотка 4 считывания информации могут не иметь дополнительного каркаса и помещены непосредственно в испытываемую среду.

Измерительный усилитель 5 (известен из кн. Кофман Р., Дрискол Ф. Операционные усилители и линейные интегральные схемы. - М.: Мир, 1979, - с. 148) может быть выполнен на стандартных операционных усилителях типа КР544УД2. Компаратор 6 может быть выполнен на КР554СА3, а триггер 9, элемент 8 ИЛИ и транзистор 13 соответствуют на К555ТМ2, К555ЛЕ1 и КТ3102.

В качестве формирователя 7 временных интервалов может быть использован многоканальный программируемый генератор импульсов (см. описание изобретения к патенту СССР N 1757085, кл. Н 03 К 3/64. Многоканальный программируемый генератор импульсов). При этом все связи генератора 11 и синхровходы таймеров 14 (см. чертеж к описанию патента N 1757085) разрывают. Один из трех таймеров 14-1 включают в режим делителя частоты. Его вход синхронизации используют в устройстве, реализующем способ, в качестве синхровхода формирователя 7 временных интервалов, а выход, входящий в группу 33-1 выходов, соединяют с синхровходом одного из таймеров 14-2, включенного в режим ждущего мультивибратора, выход ждущего мультивибратора, входящего в группу выходов 33-2, используют в качестве выхода формирователя 7 временных интервалов в устройстве, реализующем способ. Подробное описание работы таймеров 14-1, 14-2, . . . , 14-N и параметры функционирования в режимах делителя частоты и ждущего мультивибратора описаны в кн. под редакцией Шахнова В.А. Справочник. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем, т. I. - М.: Радио и связь, 1988, - с. 76 - 82.

В качестве измерителя временных интервалов выбран прибор И2-24, описанный в кн. под редакцией Кузнецова В.А. Справочник. Измерения в электронике. - М.: Энергоатомиздат, 1987, с. 351.

ЭВМ 11 может быть типа IBM PC.

Способ осуществляют следующим образом.

После включения питания программа ЭВМ 11 устанавливает в соответствии с описанием изобретения к патенту СССР N 1757085 режимы работы таймеров 14-1, 14-2 (на чертеже не показаны) формирователя 7 временных интервалов. Канал 0 таймера 14-1 (на чертеже не показан) устанавливают в режим 2 - делителя частоты. Канал 0 таймера 14-2 (на чертеже не показан) устанавливают в режим 1 - ждущего мультивибратора. При этом выходы этих каналов устанавливаются в единичное состояние. Таким образом, на информационном входе триггера 9 устанавливают уровень логической единицы. На входы выборки таймеров 14-1 и 14-2 (на

чертеже не показаны) подают уровни логического нуля, которые запрещают работу таймеров. Измеритель 10 временных интервалов через канал общего пользования с помощью ЭВМ 11 устанавливают в режим измерения длительности импульса.

Затем на вход 12 запуска и далее на второй вход элемента 8 ИЛИ подают единичный импульс, например, с параллельного канала (на чертеже не показан) ЭВМ 11, либо с помощью кнопки и временной задержки. На базу транзистора 13 поступает положительный импульс, который открывает транзистор 13, и через обмотку 3 подкачки энергии начинает протекать ток, который наводит ЭДС - электродвижущую силу индукции в колебательном контуре 1, в котором возникают электромагнитные колебания. Так как катушку 15 колебательного контура 1 выполняют в виде соленоида, внутри которого помещают испытываемую среду 2 с известной концентрацией атомов, молекул среды, то при многократном воздействии, создаваемом электромагнитным полем катушки 15 (индуктивного датчика) на испытываемую среду 2, ориентируют магнитные моменты атомов, молекул среды 2 преимущественно в одном направлении вдоль силовых линий электромагнитного поля, создаваемого катушкой 15, и намагничивают среду 2, создают собственное электромагнитное поле среды 2, которое взаимодействует с электромагнитным полем катушки 15, в результате чего изменяют индуктивность катушки 15. Эти изменения индуктивности изменяют период колебаний колебательного контура 1, который измеряют путем снятия информации с катушки 4 считывания информации. Выводы катушки 4 считывания подключены к прямым входам измерительного усилителя 5, который усиливает сигнал. Затем сигнал с выхода измерительного усилителя 5 поступает на прямой вход компаратора 6, на инверсный вход которого подают опорное напряжение. С выхода компаратора 6 положительные сигналы прямоугольной формы поступают на первый вход элемента 8 ИЛИ, (на второй вход элемента 8 ИЛИ в это время подают уровень логического нуля), синхровход формирователя 7 временных интервалов и на синхровход триггера 9. С выхода элемента 8 ИЛИ прямоугольные импульсы поступают на базу транзистора 13, при открывании которого через катушку 3 подкачки энергии течет ток, при изменении которого в колебательном контуре 1 возникает ЭДС индукции, под действием которой в колебательном контуре 1 возникают токи, согласные с направлением тока в катушке 15 в каждый полупериод колебаний колебательного контура 1. Причем, в положительный полупериод колебаний в колебательном контуре 1 происходит подкачка энергии во время увеличения тока в катушке 3 подкачки энергии, а в отрицательный полупериод колебаний подкачка энергии происходит во время уменьшения тока в катушке 3 подкачки энергии, поскольку передача энергии происходит в моменты изменения тока в катушке 3 подкачки энергии. Таким образом, в колебательном контуре 1 возбуждают непрерывные резонансные колебания с подкачкой энергии в определенные моменты времени, увеличивают в эти моменты амплитуду

колебаний, преобразуют эти колебания в цифровую форму и определяют период колебаний колебательного контура.

Далее программа ЭВМ 11 подает с блока запуска (на чертеже не показан) на входы разрешения таймеров 14-1, 14-2 (на чертеже не показаны) уровни логической единицы и разрешает их работу. При этом один из таймеров группы 14-1 (на чертеже не показаны), установленный в режим делителя частоты начинает делить входную частоту, поступающую с выхода компаратора 6 на синхровход формирователя 7 временных интервалов на число n , установленное с помощью программы ЭВМ в счетчик канала 0 таймера (на чертеже не показан). На выходе этого таймера (на чертеже не показан) по окончании счета каждый раз вырабатывается отрицательный импульс, длительность которого равна длительности периода частоты входного сигнала, поступающего с выхода компаратора 6. С выхода делителя (на чертеже не показан) частоты сигнал поступает на вход синхронизации таймера группы таймеров 14-2 (на чертеже не показаны) формирователя 7 временных интервалов, который работает в режиме ждущего мультивибратора, и по отрицательному перепаду входного импульса запускает ждущий мультивибратор (на чертеже не показан), выход которого устанавливается в уровень логического нуля. Этот логический нуль поступает на информационный вход триггера 9, который по положительному фронту импульса, поступающего с выхода компаратора 6, устанавливается в нулевое состояние и формирует начало временного интервала, который начинает измерять измеритель 10 временных интервалов. Ждущий мультивибратор (на чертеже не показан) формирователя 7 временных интервалов декрементирует записанное в его счетчик число (отсчитывает число поступающих на его синхровход отрицательных импульсов с выхода делителя (на чертеже не показан) частоты) и по поступлении заданного числа импульсов устанавливает свой выход в уровень логической единицы. При этом по первому положительному перепаду импульса, поступающего с выхода компаратора 6 на синхровход триггера 9, триггер 9 устанавливается в единичное состояние и формирует закрытие измерения временного интервала для измерителя 10 временного интервала. Триггер 9 необходим для того, чтобы устранить влияние временных задержек переключения по фронтам при срабатывании счетчиков (на чертеже не показаны) формирователя 7 временных интервалов. Сформированный триггером 9 и измеренный измерителем 10 временных интервалов временной интервал считывают через канал общего пользования с помощью программы ЭВМ 11 и определяют величину периода колебаний в колебательном контуре 1. Затем с помощью формул и программы ЭВМ 11 вычисляют параметры среды. При этом в программе ЭВМ 11 должны быть записаны постоянные коэффициенты, получаемые в результате аналогичных действий над эталонными средами с известными характеристиками.

Таким образом, измеряют интервал времени, в который укладывается заданное

число периодов колебаний колебательного контура 1, подставляют значение величины периода в известные физические формулы и вычисляют температуру сред, используя постоянные коэффициенты, которые определяют предварительно, для чего совершают аналогичные действия над эталонными средами с известными характеристиками, определяют значения величин периода колебательного контура 1 для каждой эталонной среды, подставляют их значения и значения известных характеристик эталонных сред в известные физические формулы.

Для измерения температуры вещества применяют следующие формулы из кн. Савельев И. В. Курс общей физики, т. 1, т. 2. - М.: Наука, 1978 (в описании указанная книга обозначена как литература {1}) и из кн. под редакцией Куликовского А.А. Справочник по радиоэлектронике, т. 1. - М.: Энергия, 1967 (в описании указанная книга обозначена как литература {2}). Известно, что собственную частоту колебаний колебательного контура определяют по формуле

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad \langle 1 \rangle, \text{ литература } \{1\}, \text{ том } 2, \text{ с. } 254,$$

где ω_0 - собственная частота колебаний колебательного контура (круговая или циклическая частота);

L - индуктивность катушки колебательного контура;

C - емкость конденсатора колебательного контура.

Период колебаний колебательного контура равен

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_0} \quad \langle 2 \rangle, \text{ литература } \{1\}, \text{ том } 1, \text{ с. } 193,$$

где $\pi = 3,14 \dots$

$$f = \frac{1}{T} \quad \langle 3 \rangle, \text{ литература } \{1\}, \text{ том } 1, \text{ с. } 193,$$

где f - частота колебаний.

С учетом активного сопротивления колебательного контура частоту затухающих колебаний реального контура определяют следующим образом:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C} - \frac{R^2}{4 \cdot L^2}} \quad \langle 4 \rangle, \text{ литература } \{1\}, \text{ том } 1, \text{ с. } 255,$$

где ω - частота колебаний реального колебательного контура;

R - активное сопротивление колебательного контура.

Формулу (4) могут применять в случае измерений характеристик веществ с относительно большой величиной магнитной восприимчивости. При этом может быть исключена непрерывная подкачка энергии в колебательный контур и применена разовая подкачка. Изменение периода колебаний в этом случае будет значительным и для измерений может хватить меньшего числа периодов и временного интервала.

Введем обозначение $b = R \cdot 2L$ (5), литература {1}, том 2, с. 255.

Формулу (4) можно переписать в виде

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - b^2} \quad (6), \text{ литература } \{1\}, \text{ том2, с.255.}$$

При b^2 много меньше ω_0^2 , т.е. при высокой добротности контура, можно положить

$$\omega \approx \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad (7), \text{ литература } \{1\}, \text{ том2, с.257.}$$

Период колебаний колебательного контура по формуле Томсона равен

$$T = 2 \cdot \pi \sqrt{L \cdot C} \quad (8), \text{ литература } \{1\}, \text{ том2, с.254.}$$

Откуда индуктивность

$$L = \frac{T^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot C} \quad (9)$$

Индуктивность L соленоида (катушки индуктивности колебательного контура) определяют по выражению

$$L = \mu_a \frac{N^2 \cdot S}{l} \quad (10), \text{ литература } \{2\}, \text{ том1, с.161,}$$

где μ_a - абсолютная магнитная проницаемость;

N - число витков катушки;

l - длина соленоида;

S - площадь поперечного сечения соленоида.

Так как $\mu_a = \mu_0 \cdot \mu$ (11), литература {2}, том1, с.158,

где μ_0 - магнитная проницаемость вакуума;

μ - относительная магнитная проницаемость вещества,

то

$$L = \mu_0 \cdot \mu \frac{N^2 \cdot S}{l} \quad (12)$$

Зная индуктивность, определяют магнитную проницаемость вещества.

$$\mu = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S} \quad (13)$$

Поскольку $\mu = 1 + \chi$ (14), литература {1}, том 2, с. 151. Из уравнений (13) и (14) находим

$$\chi = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S} - 1, \chi = \frac{T^2 \cdot l}{4 \cdot \pi^2 \cdot C \cdot \mu_0 \cdot N^2 \cdot S} \quad (15)$$

Магнитная восприимчивость парамагнитного вещества равна

$$\chi = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot P_m^2}{3 \cdot k \cdot t} \quad (16), \text{ литература } \{1\}, \text{ том2, с.168,}$$

где χ - магнитная восприимчивость парамагнитных веществ,

P_m - магнитный момент атома, молекулы вещества (табличное значение для вещества);
 n - концентрация атомов, молекул в единице объема;

K - постоянная Больцмана;

t - абсолютная температура.

В формуле (16) обозначим

$$\frac{\mu_0 \cdot n \cdot P_m^2}{3 \cdot k} = k_1 - \text{постоянный коэффициент.}$$

Концентрация атомов, молекул среды n - величина постоянная и в процессе измерения температуры не изменяется.

Тогда формулу (16) перепишем в виде

$$\chi = \frac{k_1}{t} \quad (17)$$

Зная температуру t и магнитную восприимчивость χ среды из формулы (15), определяем коэффициент K_1 , из формулы (17)

$$k_1 = \chi \cdot t.$$

Тогда температура среды

$$t = \frac{k_1}{\chi} \quad (18)$$

В общем случае для определения всех рассматриваемых в этом описании характеристик сред возможно определять последние путем получения эталонных табличных значений этих характеристик и дальнейшей аппроксимации участков между известными значениями для определения параметров испытываемых сред, как сделано в прототипе. Таким образом, предлагаемый способ повышает точность измерений характеристик испытываемых сред за счет определения изменения периода колебаний при помещении в индуктивный датчик испытываемой среды путем измерения интервала времени, в которое укладывается заданное число периодов колебаний колебательного контура, для чего обеспечивают непрерывные незатухающие колебания в колебательном контуре.

Формула изобретения:

Способ измерения температуры сред, заключающийся в том, что образец испытываемой среды с известной концентрацией атомов, молекул среды помещают внутри индуктивного датчика, включенного в колебательный контур, в котором возбуждают резонансные колебания электрического тока или электромагнитного поля, воздействуют создаваемым электромагнитным полем индуктивного датчика на испытываемую среду, ориентируют магнитные моменты атомов, молекул среды преимущественно в одном направлении вдоль силовых линий электромагнитного поля, создаваемого индуктивным датчиком, и намагничивают среду, создают собственное электромагнитное поле среды, которое взаимодействует с электромагнитным полем индуктивного датчика, в результате чего изменяют индуктивность индуктивного датчика и измеряют параметры колебаний в колебательном контуре, отличающийся тем, что в колебательном контуре возбуждают непрерывные резонансные колебания, преобразуют эти колебания в цифровую форму, определяют период колебаний колебательного контура путем измерения интервала времени, в которое укладывается заданное число периодов колебаний колебательного контура, подставляют значение величины периода в известные физические формулы

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C} - \frac{R^2}{4L^2}},$$

$$\chi = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot P_m^2}{3 \cdot k \cdot t},$$

и вычисляют температуру сред, используя постоянные коэффициенты, которые определяют предварительно, для чего

совершают эталонными аналогичные средами действия над с известными характеристиками.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2163358 C2

RU 163358 C2