

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2572087

ВЛАГОМЕР

Патентообладатель(ли): *Сизиков Олег Креонидович (RU), Коннов Владимир Валерьевич (RU), Силаев Константин Владимирович (RU), Семенов Андрей Сергеевич (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013105028

Приоритеты изобретений: см. на обороте

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **02 декабря 2015 г.**

Срок действия патента истекает **06 февраля 2033 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивашин





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013105028/07, 06.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.02.2013

(62) Номер и дата подачи первоначальной заявки,
из которой данная заявка выделена: 2012148490
14.11.2012

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2014 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 27.12.2015 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2269766 C2, 10.02.2006. RU 2277212
C1, 27.05.2006. JPН04232847 А, 21.08.1992.
JPS5531924 А, 06.03.1980. CN 202092845 U,
28.12.2011.

(72) Автор(ы):

**Сизиков Олег Креонидович (RU),
Коннов Владимир Валерьевич (RU),
Рагазин Денис Николаевич (RU),
Силаев Константин Владимирович (RU),
Семенов Андрей Сергеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Сизиков Олег Креонидович (RU),
Коннов Владимир Валерьевич (RU),
Силаев Константин Владимирович (RU),
Семенов Андрей Сергеевич (RU)**

(54) **ВЛАГОМЕР**

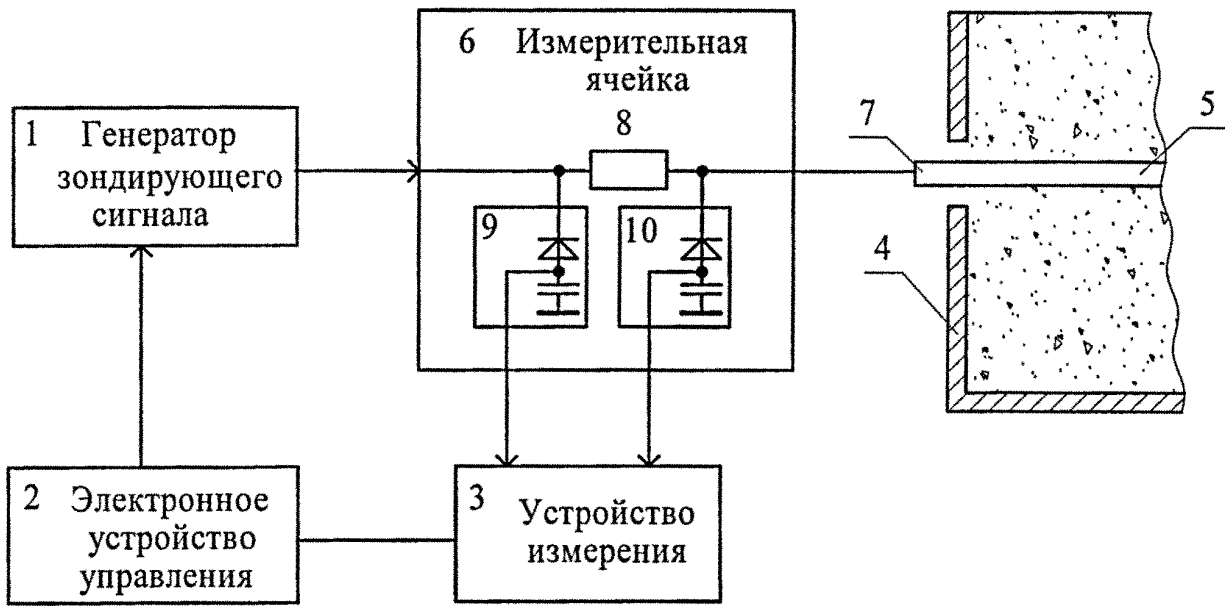
(57) Реферат:

Влагомер относится к измерительной технике и может быть использован для контроля влажности материалов путем измерения комплексной диэлектрической проницаемости. Влагомер содержит перестраиваемый по частоте генератор гармонического сигнала, электронное устройство управления генератором, устройство измерения, первичный преобразователь, образованный внешним экранным и сигнальным проводниками, измерительную ячейку, включенную между выходом генератора и входом первичного преобразователя. Измерительная

ячейка содержит резистор, первый вывод которого соединен с выходом генератора, а второй вывод соединен с входом первичного преобразователя, первый детектор, подключенный к первому выводу резистора, второй детектор, подключенный ко второму выводу резистора, выходы детекторов подключены к устройству измерения. Техническим результатом является повышение точности, обеспечение независимости измерений от плотности материала при малых влажностях. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 572 087 C2

RU 2 572 087 C2



RU 2572087 C2

RU 2572087 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013105028/07, 06.02.2013
 (24) Effective date for property rights:
06.02.2013
 Priority:
 (22) Date of filing: 06.02.2013
 (62) Number and date of filing of the initial application,
from which the given application is allocated:
2012148490 14.11.2012
 (43) Application published: 20.08.2014 Bull. № 23
 (45) Date of publication: 27.12.2015 Bull. № 36

(72) Inventor(s):
**Sizikov Oleg Kreonidovich (RU),
 Konnov Vladimir Valer'evich (RU),
 Ragazin Denis Nikolaevich (RU),
 Silaev Konstantin Vladimirovich (RU),
 Semenov Andrej Sergeevich (RU)**
 (73) Proprietor(s):
**Sizikov Oleg Kreonidovich (RU),
 Konnov Vladimir Valer'evich (RU),
 Silaev Konstantin Vladimirovich (RU),
 Semenov Andrej Sergeevich (RU)**

(54) **MOISTURE METER**

(57) Abstract:

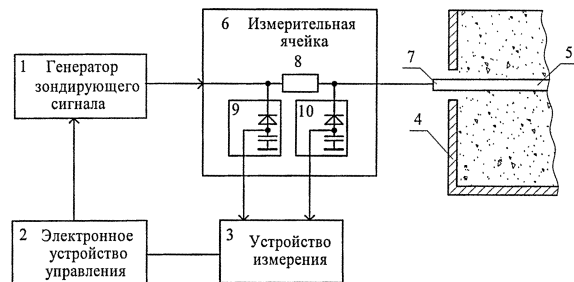
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: moisture meter relates to measurement equipment and may be used to monitor moisture of materials by measurement of complex dielectric permeability. Moisture meter comprises a frequency-tuned generator of harmonic signal, an electronic device of generator control, a measurement device, a primary converter, formed by external screen and signal conductors, a metering cell, connected between the generator outlet and primary converter inlet. Metering cell comprises a resistor, the first outlet of which is connected to the generator outlet, and the second outlet is connected to the inlet of the primary converter, the first detector connected to the first outlet of the resistor, the second detector connected to the

second outlet of the resistor, outlets of detectors are connected to the measurement device.

EFFECT: increased accuracy, provision of measurement independence on material density under low moisture.

3 cl, 1 dwg



RU 2 572 087 C2

RU 2 572 087 C2

Техническое решение относится к измерительной технике и может быть использовано для контроля влажности материалов.

Известен влагомер (Бензарь В.К. Техника СВЧ-влагометрии. - Минск: Высшая школа, 1974, с.226-234), содержащий генератор зондирующего микроволнового сигнала, кювету, заполненную контролируемым материалом, передающую и приемную рупорные антенны, расположенные на противоположных сторонах кюветы, преобразователь микроволнового сигнала в низкочастотный сигнал, подключенный к выходу приемной рупорной антенны и к входу устройства измерения.

В данном влагомере влажность материала определяется по ослаблению и фазовому сдвигу прошедшего через материал зондирующего сигнала. Антенны должны быть согласованы со средой распространения микроволнового сигнала, в отсутствие такого согласования зондирующий сигнал многократно переотражается на границах перехода от измеряемого материала к антенне, что приводит к ошибкам в измерениях ослабления и, соответственно, в определении влажности. Для материалов с высокой влажностью из-за сильного ослабления в них зондирующего сигнала ошибка измерения увеличивается.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому влагомеру является влагомер (Рефлектометрический влагомер. Патент 2269766, опубл. 10.02.2006. МПК: G01N 22/04. Заявка 2003136497/09, 19.12.2003), содержащий генератор зондирующего сигнала, электронное устройство управления, подключенное к входу управления генератора, устройство измерения, подсоединенное к электронному устройству управления генератором, первичный преобразователь, образованный внешним экранным проводником и сигнальным проводником, измерительную ячейку, включенную между выходом генератора и входом первичного преобразователя и подсоединенную к устройству измерения.

Принцип действия этого влагомера заключается в определении влажности материала по его диэлектрической проницаемости путем измерения времени прохождения зондирующего сигнала по первичному преобразователю, помещенному в контролируемый материал. Точность данного влагомера зависит от погрешности измерения наносекундных временных интервалов между фронтами импульсных сигналов, излученного и прошедшего через материал и снимаемых с рефлектометра, входящего в состав измерительной ячейки. На погрешность фиксации фронта импульсного сигнала влияют как дисперсия, так и ослабление этого сигнала в материале с высокой влажностью, что снижает точность измерения.

Целью предлагаемого технического решения является повышение точности измерений, обеспечение независимости измерений от плотности контролируемого материала при малых влажностях. Для обеспечения высокой точности измерения влажности необходимо измерять не только действительную составляющую комплексной диэлектрической проницаемости (что реализовано в прототипе), но одновременно и мнимую составляющую, которая определяется по величине ослабления зондирующего сигнала в материале.

Указанная цель достигается благодаря тому, что предлагаемый влагомер содержит: первичный преобразователь, образованный внешним экранным проводником и сигнальным проводником, пространство между которыми предназначено для заполнения жидким или сыпучим контролируемым материалом, при этом первый конец сигнального проводника служит входом первичного преобразователя, а второй конец сигнального проводника соединен с экранным проводником первичного преобразователя так, что в месте соединения между ними образован электрический

контакт; генератор зондирующего сигнала, имеющий вход управления и выполненный на основе перестраиваемого по частоте формирователя гармонического сигнала;

электронное устройство управления, подключенное к входу управления генератора и выполненное с возможностью управления перестройкой генератора в диапазоне рабочих частот;

измерительную ячейку, включенную между выходом генератора и входом первичного преобразователя и содержащую резистор и первый и второй детекторы, причем первый вывод резистора соединен с выходом генератора и с первым детектором, а второй вывод резистора соединен с входом первичного преобразователя и вторым детектором, при этом выходы первого и второго детекторов подключены к устройству измерения.

Устройство измерения обеспечивает возможность определения влажности по значению частоты, на которой достигается минимальное входное сопротивление первичного преобразователя. При вычислении влажности учитываются величина отношения сигналов с выходов первого и второго детекторов на указанной частоте и температура контролируемого материала.

В одной из предпочтительных форм выполнения влагомера устройство управления выполнено в виде синтезатора, формирующего частоту генератора по цифровому коду, задаваемому устройством измерения, включающему в свой состав процессор.

В еще одной предпочтительной форме выполнения влагомера устройство управления представляет собой аналоговый каскад, выполненный с возможностью перестройки частоты генератора до достижения минимума отношения сигнала с выхода второго детектора к сигналу с выхода первого детектора, а устройство измерения снабжено узлом измерения указанной частоты.

На чертеже изображен влагомер.

Влагомер содержит генератор 1 зондирующего сигнала, электронное устройство 2 управления генератором, устройство измерения 3, первичный преобразователь, образованный внешним экранным проводником 4 и сигнальным проводником 5, измерительную ячейку 6. Первый конец сигнального проводника 5 служит входом 7 первичного преобразователя, а второй конец сигнального проводника 5 соединен с экранным проводником 4 первичного преобразователя так, что в месте соединения между ними образован электрический контакт. Вход управления генератора 1 подключен к электронному устройству управления 2. Измерительная ячейка 6 включена между выходом генератора 1 и входом 7 первичного преобразователя и подсоединена к устройству измерения 3. Устройство измерения 3 подсоединено к электронному устройству управления 2.

Измерительная ячейка 6 содержит резистор 8, первый детектор 9 и второй детектор 10. Первый детектор 9 включен на входе измерительной ячейки 6, а второй детектор 10 включен на выходе измерительной ячейки 6 и соединен с входом 7 первичного преобразователя. Первый вывод резистора 8 соединен с выходом генератора 1 и с первым детектором 9. Второй вывод резистора 8 соединен с входом 7 первичного преобразователя и вторым детектором 10, выходы детекторов 9, 10 подключены к устройству измерения 3. Первый детектор 9 обеспечивает измерение напряжения на выходе генератора 1, второй детектор 10 обеспечивает измерение напряжения на входе 7 первичного преобразователя. Генератор 1 зондирующего сигнала выполнен на основе перестраиваемого по частоте формирователя гармонического сигнала.

Принцип действия этого влагомера заключается в определении влажности контролируемого материала по его комплексной диэлектрической проницаемости: измеряются не только действительная (как в прототипе), но и мнимая составляющие

этого параметра. Далее по ним с учетом температуры материала вычисляется влажность материала.

Комплексная диэлектрическая проницаемость материала определяется на основании измерений следующих параметров:

- 5 - резонансной частоты первичного преобразователя, определяемой при перестройке генератора 1 гармонического сигнала по минимуму входного сопротивления первичного преобразователя, заполненного материалом;
- величины входного сопротивления на резонансной частоте первичного преобразователя, заполненного материалом.

10 Влагомер работает следующим образом. Электронное устройство управления 2 перестраивает генератор 1 в диапазоне рабочих частот. Одновременно при перестройке проводится измерение напряжений на первом и втором выводах резистора 8 измерительной ячейки 6. Для измерения используются полупроводниковые детекторы 9 и 10, которые преобразуют высокочастотные сигналы в низкочастотные. Напряжения 15 U_9 и U_{10} , снимаемые, соответственно, с выходов первого детектора 9 и второго детектора 10, подаются на вход устройства измерения 3. В устройстве измерения 3 определяется отношение напряжений U_{10} и U_9 . Минимум отношения напряжений (U_{10}/U_9) достигается в тот момент, когда входное сопротивление первичного преобразователя будет 20 минимальным. По измеренной величине этого отношения и известной величине сопротивления резистора 8 процессор устройства измерения 3 вычисляет величину входного сопротивления. В момент достижения минимума определяется и запоминается частота гармонического сигнала, вырабатываемого генератором 1. Эта частота при известной геометрической длине сигнального проводника 5 позволяет вычислить 25 коэффициент замедления электромагнитной волны в контролируемом материале. Далее, по вычисленной величине входного сопротивления с учетом вычисленного коэффициента замедления определяется комплексная диэлектрическая проницаемость. По переводным таблицам, заложенным в память процессора, проводится вычисление влажности для конкретного материала. Полученный результат передается с выхода устройства измерения 3 по цифровому интерфейсу (например, RS485) или токовым сигналом 4-20 30 мА на внешний индикатор.

Необходимо отметить, что в предлагаемом влагомере процесс измерений может быть реализован в двух вариантах.

35 Первый вариант: генератор 1 с помощью устройства управления 2 перестраивается по частоте таким образом, чтобы отношение (U_{10}/U_9) сигналов с выхода измерительной ячейки 6 было минимальным, при достижении минимума устройство измерения 3 производит отсчет частоты зондирующего сигнала и величины входного сопротивления первичного преобразователя.

40 Второй вариант: устройство измерения 3 выполняет измерения отношения (U_{10}/U_9) для ряда частот из диапазона частот вокруг точки минимума, то есть снимается полная частотная характеристика входного сопротивления первичного преобразователя.

Величина сопротивления резистора 8 выбирается исходя из того, что слишком малое его значение ухудшит чувствительность нахождения минимума, а чрезмерно большое - приведет к потере в точности измерения сигнала в минимуме. В опытных образцах 45 влагомера оптимальные результаты получены с номиналом резистора 8 в пределах 20...51 Ом.

При малых влажностях частота резонанса слабо зависит от влажности материала, но зато по значению частоты резонанса можно контролировать количество материала

в первичном преобразователе. Объемное количество влаги контролируется по величине входного сопротивления первичного преобразователя, что позволяет определить массовую влажность независимо от степени заполнения первичного преобразователя.

Формула изобретения

5

1. Влагомер, содержащий первичный преобразователь, образованный внешним экранным проводником и сигнальным проводником, пространство между которыми предназначено для заполнения контролируемым материалом, при этом первый конец сигнального проводника служит входом первичного преобразователя, а второй конец сигнального проводника соединен с экранным проводником первичного преобразователя так, что в месте соединения между ними образован электрический контакт, генератор зондирующего сигнала, имеющий вход управления и выполненный на основе перестраиваемого по частоте формирователя гармонического сигнала, электронное устройство управления, подключенное к входу управления генератора и выполненное с возможностью управления перестройкой генератора в диапазоне рабочих частот, измерительную ячейку, включенную между выходом генератора и входом первичного преобразователя и содержащую резистор и первый и второй детекторы, причем первый вывод резистора соединен с выходом генератора и с первым детектором, а второй вывод резистора соединен с входом первичного преобразователя и вторым детектором, при этом выходы первого и второго детекторов подключены к устройству измерения, обеспечивающему возможность определения влажности по значению частоты, на которой достигается минимальное входное сопротивление первичного преобразователя.

10

15

20

25

2. Влагомер по п.1, характеризующийся тем, что в нем устройство управления выполнено в виде синтезатора, формирующего частоту генератора по цифровому коду, задаваемому устройством измерения, включающему в свой состав процессор.

30

3. Влагомер по п.1, характеризующийся тем, что в нем устройство управления представляет собой аналоговый каскад, выполненный с возможностью перестройки частоты генератора до достижения минимума отношения сигнала с выхода второго детектора к сигналу с выхода первого детектора, а устройство измерения снабжено узлом измерения указанной частоты.

35

40

45