



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01N 25/56 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016152104, 29.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2016

Дата регистрации:  
07.05.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2016

(45) Опубликовано: 07.05.2018 Бюл. № 13

Адрес для переписки:  
150052, г. Ярославль, ул. А. Невского, 13, кв. 79,  
Бибик Георгий Афанасьевич

(72) Автор(ы):

**Бибик Георгий Афанасьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Бибик Георгий Афанасьевич (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Диссертация: "Повышение эффективности процесса сушки зерна в многокамерной сушилке периодического действия за счет ее совершенствования и оперативного контроля", 2005. SU 1163696 A1, 27.04.1996. UA 34502 C2, 15.03.2001. CN 104833651 A, 12.08.2015.

(54) Многоканальное устройство измерения влажности сыпучих материалов

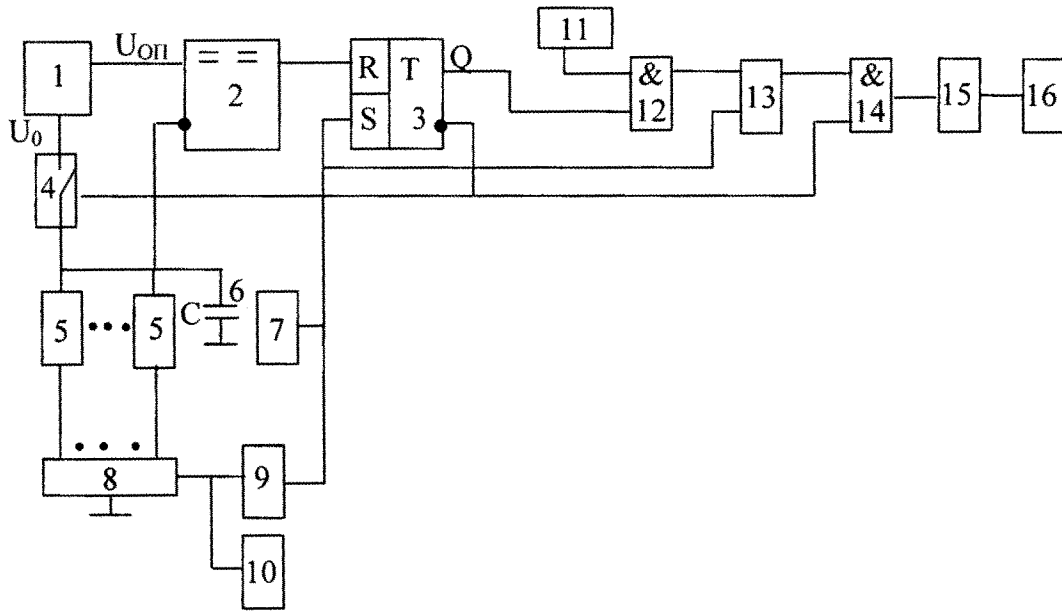
(57) Реферат:

Устройство относится к измерительной технике, в частности к техническим средствам измерения влажности зерна во время сушки и хранения. Сущность заявленного устройства заключается в том, что многоканальное устройство измерения влажности сыпучих материалов содержит источник питания, компаратор, RS триггер, ключ, датчики, конденсатор образцовый, тактовый генератор, мультиплексор, счетчик номеров каналов, индикатор номера канала, генератор контрольной частоты, элементы «И» первый и второй, счетчик влажности, калибратор, индикатор влажности, при этом от источника питания опорное напряжение поступает на прямой вход компаратора, а рабочее напряжение поступает на вход ключа, управляющий вход которого соединен с инверсным выходом RS триггера и вторым входом второго элемента «И», а выход через образцовый конденсатор с общей шиной; входы датчиков соединены с инверсным

выходом компаратора и выходом ключа, а выходы через мультиплексор с общей шиной; вход R триггера соединен с выходом компаратора, а вход S - с выходом тактового генератора, вторым входом счетчика влажности и входом счетчика номеров каналов, выход которого соединен с управляющим входом мультиплексора и входом индикатора номера канала; прямой выход триггера соединен с вторым входом первого элемента «И», первый вход которого соединен с выходом генератора контрольной частоты, а выход с первым входом счетчика влажности, выход которого соединен с первым входом второго элемента «И», выход которого через калибратор соединен с входом индикатора влажности. Технический результат, наблюдаемый при реализации заявленного устройства, заключается в повышении точности измерений, упрощении устройства и его эксплуатации, сокращении времени измерений, расширении функциональных возможностей устройства. 1 ил.

RU 2 653 091 С1

RU 2 653 091 С1



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01N 25/56* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016152104, 29.12.2016**

(24) Effective date for property rights:  
**29.12.2016**

Registration date:  
**07.05.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **29.12.2016**

(45) Date of publication: **07.05.2018** Bull. № 13

Mail address:

**150052, g. Yaroslavl, ul. A. Nevskogo, 13, kv. 79,  
Bibik Georgij Afanasevich**

(72) Inventor(s):

**Bibik Georgij Afanasevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Bibik Georgij Afanasevich (RU)**

(54) **MULTICHANNEL DEVICE FOR BULK SOLIDS MOISTURE MEASUREMENT**

(57) Abstract:

FIELD: measuring devices.

SUBSTANCE: device refers to the measuring one, in particular to technical means for measuring the grain moisture during drying and storage. Essence of the claimed device is, that a multichannel moisture measuring device for bulk materials contains a power supply, a comparator, an RS flip-flop, a key, sensors, an exemplary capacitor, a clock generator, a multiplexer, a channel number counter, channel number indicator, the reference frequency generator, the first and second "I" elements, the moisture meter, the calibrator, the moisture indicator, the reference voltage is applied to the direct input of the comparator from the power supply at a time, and the operating voltage is applied to the key input, the control input of which is connected to the inverse output of the RS flip-flop and the second input of the second "I" element, while the output through the exemplary capacitor with the common bus; the sensor inputs are connected to the comparator's inverse input and the key output, the outputs through the multiplexer with the common bus;

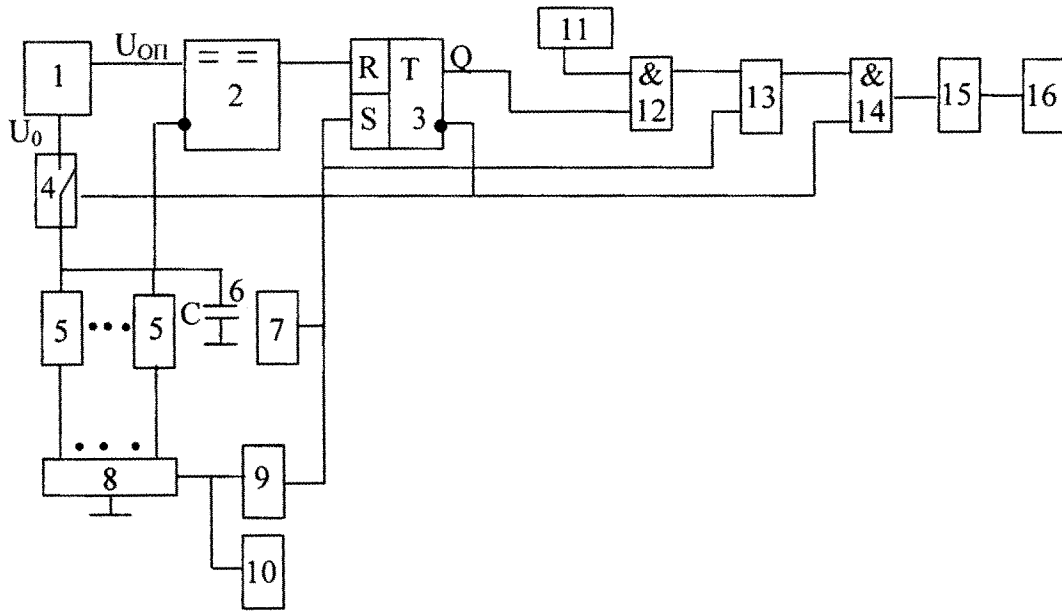
the R input of the flip-flop is connected to the output of the comparator, and the S input - with the clock generator output, the second input of the moisture meter and the input of the channel number counter, the output of which is connected to the control input of the multiplexer and the input of the channel number indicator; the direct flip-flop output is connected to the second input of the first "I" element, the first input of which is connected to the output of the reference frequency generator, and the output with the first input of the moisture meter, the output of which is connected to the first input of the second "I" element, while its output through the calibrator is connected to the input of the humidity indicator.

EFFECT: technical result observed in the implementation of the claimed device consists in increasing the accuracy of measurements, simplifying the device and its operation, shortening the measurement time, expanding the functionality of the device.

1 cl, 1 dwg

**RU 2 653 091 C1**

**RU 2 653 091 C1**



Фиг.1

Устройство относится к измерительной технике, в частности к техническим средствам измерения влажности зерна во время сушки и хранения.

Известно много способов измерения влажности, начиная с классического - измерение веса до и после сушки. Для реализации способов разработаны устройства, каждое из которых не удовлетворяет одному или нескольким основным условиям:

- быстрое действие;
- точность;
- простота в изготовлении и эксплуатации;
- надежность;
- 10 - низкая стоимость;
- возможность автоматизации измерений.

Наибольшее распространение нашли электрические методы измерений.

1. Известен способ (А.с. №630571 кл. G01N 25/56. Опубликовано 30.10.78. Бюл. №40), по которому в барабанной сушилке влажность определяется по разности температур зерна и пыли, собирающейся в циклоне во время сушки.

Недостатки способа:

- а) Точность измерения низкая - нет устойчивой связи между температурой пыли и влажностью зерна. Она зависит от температуры и влажности окружающего воздуха, изменений температуры агента сушки, которая, в свою очередь, зависит от вида и качества топлива.
- 20 б) От сравнения температур до индикации необходимо выполнить еще калибровку сигналов, а для автоматизации измерений нужно преобразовать результат в цифровой вид.

2. Известен способ (А.с. №693204 кл. G01N 25/56. Опубликовано 25.10.79. Бюл. №39), по которому используется зависимость энергии шума движущегося материала от влажности. Измеряется энергия шума во всей полосе частот и в части ее, составляющей 0,01-0,1 полосы.

Недостатки способа:

- а) Нет устойчивого распределения шума по частоте, поэтому диапазон измерения неопределен. Кроме того, результат зависит от температуры и влажности окружающего воздуха, плотности и равномерности потока зерна.
- 30 б) Устройство сложное - многоканальный приемник, самописец, фильтры, которые требуют настройки и контроля.
- в) Требуется калибровка (масштабирование) результата и преобразование его в цифровой код.

3) Известен способ (А.с. №1260802 кл. G01N 25/56. Опубликовано 30.09.86. Бюл. №36), в котором влажность определяется по времени перехода частиц материала, находящегося в конденсаторе, от одной поляризации к другой.

Недостатки способа:

- а) Точность низкая, т.к. измеряется время нестационарного переходного процесса. Процесс нестационарный, т.к. зависит от гранулометрического состава частиц, их случайного взаиморасположения, которое меняется в процессе. Время установления любого переходного процесса, как правило, велико, поэтому конец процесса определяют по достижению определенного уровня, а этот уровень при нестационарном процессе 45 плавает. В результате точность градуировочной кривой низкая.
- б) Требуется большое время для получения результата.
- в) Процесс измерения трудно автоматизировать, т.к. не обеспечивается получение результата в цифровой форме.

Наиболее близким к предлагаемому устройству (прототип) является устройство измерения влажности сыпучих материалов, содержащее емкостной преобразователь, блок управления исполнительными механизмами и устройство ввода, отличающееся тем, что емкостной преобразователь подключен к датчику влажности, имеющему исполнительные механизмы загрузки-разгрузки и регулировки площади поверхности измерительных электродов этого датчика, блок управления исполнительными механизмами автоматически осуществляет подстройку датчика влажности при помощи исполнительных механизмов для достижения максимальной точности измерения влажности, а устройство ввода задает все значения, вводимые в блок управления исполнительными механизмами и режимы его работы (Патент РФ №2394232. Оpubл. 10.07.2010).

Основные недостатки устройства:

1. Необходимость коррекции датчика определяется его конструкцией, а не примесями. Перед сушкой всегда идет очистка зернового вороха и примесей остается в нем 1...3%. Поэтому примеси повлиять на точность измерения влажности не могут. Причина в том, что используется камерный влагомер. Результаты измерения камерными влагомерами зависят от гранулометрического состава образца. Для уменьшения этой зависимости предложено много способов (точно выверенный объем образца, его вес, давление и т.д.), но ни один из них не решил проблему. Проблема не решена и в прототипе. Во всех камерных влагомерах образец изымается из своей среды, поэтому его характеристики отличаются от тех, которые были у него в среде, а в данном случае он должен еще попасть в лабораторию, т.е. добавляются транспортные и тепловые ошибки. Следовательно, как без подстройки датчика, так и с подстройкой, точность устройства низкая.

2. Подстройка частоты генератора выполняется механическим путем, поэтому люфт, истирание поверхностей увеличивают ошибки и уменьшают срок службы измерителя.

3. Кроме датчика, ошибки в измерение вносит преобразователь емкости в частоту. В качестве преобразователя авторами выбран мультивибратор на логическом элементе (ЛЭ). «Подобные мультивибраторы имеют невысокую временную и температурную стабильность частоты колебаний. Так для ЛЭ семейства 155 нестабильность частоты может достигнуть 5...10% при изменении напряжения питания на 5%. Колебания температуры от 5 до 60°C меняет частоту на 10...20%» (Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов [Текст] / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев - 4-е изд., доп. - М.: Высш. шк., 2006. - 799 с.: ил. (стр. 649)).

4. Результат измерений не калибруется, то есть не приводится к стандартным единицам.

5. Устройство не может одновременно измерять влажность нескольких объектов.

6. Устройство сложное и громоздкое.

Цель изобретения - повышение точности измерений, упрощение устройства и его эксплуатацию, сокращение времени измерений, расширение функциональных возможностей устройства.

Цель достигается тем, что многоканальное устройство измерения влажности сыпучих материалов содержит источник питания, компаратор, RS триггер, ключ, датчики, конденсатор образцовый, тактовый генератор, мультиплексор, счетчик номеров каналов, индикатор номера канала, генератор контрольной частоты, элементы «И» первый и второй, счетчик влажности, калибратор, индикатор влажности, при этом от источника питания опорное напряжение поступает на прямой вход компаратора, а рабочее напряжение поступает на вход ключа, управляющий вход которого соединен с

инверсным выходом RS триггера и вторым входом второго элемента «И», а выход через образцовый конденсатор с общей шиной; входы датчиков соединены с инверсным входом компаратора и выходом ключа, а выходы через мультиплексор с общей шиной; вход R триггера соединен с выходом компаратора, а вход S с выходом тактового генератора, вторым входом счетчика влажности и входом счетчика номеров каналов, выход которого соединен с управляющим входом мультиплексора и входом индикатора номера канала; прямой выход триггера соединен с вторым входом первого элемента «И», первый вход которого соединен с выходом генератора контрольной частоты, а выход с первым входом счетчика влажности, выход которого соединен с первым входом второго элемента «И», выход которого через калибратор соединен с входом индикатора влажности.

Новые существенные признаки:

1. Устройство многоканальное с периодическим автоматическим опросом каналов и индикацией результатов измерений;
2. Введен генератор контрольной частоты, период которой много меньше периода тактовой частоты. Это позволяет определять доли принятой единицы влажности, что повышает точность измерений;
3. Устройство содержит датчики в виде конденсаторов с потерями, между электродами которых находится неисследуемый образец (с неизвестными свойствами), влажность которого определяется, а поглотитель с известными свойствами, с известной зависимостью его свойств от влажности среды, в которой он находится. Нет ни механической настройки, ни подстройки. Известно, что при разработке электронных схем переменными резисторами и конденсаторами пользуются только на этапе разработки, а в разработанном рабочем изделии переменные элементы заменяют постоянными. Причина - «плывут» параметры этих элементов. В большей степени это относится к механическим подстройкам;
4. Датчики устройства свободны от ограничений, налагаемых схемой обработки сигналов (внешней по отношению к датчикам), так как для измерения используется только разряд, протекающий внутри датчиков, при отключенном от датчиков источнике питания;
5. При наличии генератора контрольной частоты возникает возможность увеличения времени индикации данного сигнала, т.е. нет необходимости время такта ограничивать периодом наименьшей частоты генератора с датчиком;
6. Установка устройства на измерение влажности одной культуры производится один раз при градуировке устройства на данную культуру и может сохраняться не один сезон. Нет необходимости в подстройках ни электрических, ни механических;
7. Результат прокалиброван в принятых единицах влажности.

Перечисленные новые существенные признаки в совокупности с известными обеспечивают быстрое получение высокоточного результата измерений влажности сыпучих материалов нескольких объектов.

На Фиг. 1 изображена структурная схема устройства.

Устройство, представленное на Фиг. 1, содержит источник 1 питания, компаратор 2, RS триггер 3, ключ 4, датчики 5, конденсатор 6 образцовый, тактовый генератор 7, мультиплексор 8, счетчик 9 номеров каналов, индикатор 10 номера канала, генератор 11 контрольной частоты, элемент 12 «И» первый, счетчик 13 влажности, элемент 14 «И» второй, калибратор 15, индикатор 16 влажности, при этом от источника 1 питания опорное напряжение  $U_{0П}$  поступает на прямой вход компаратора 2, а рабочее напряжение  $U_0$  поступает на вход ключа 4, управляющий вход которого соединен с

инверсным выходом RS триггера 3 и вторым входом второго элемента «И» 14, а выход через образцовый конденсатор 6 - с общей шиной; входы датчиков 5 соединены с инверсным входом компаратора 2 и выходом ключа 4, а выходы через мультиплексор 8 - с общей шиной; вход R триггера 3 соединен с выходом компаратора 2, а вход S с выходом тактового генератора 7, вторым входом счетчика 13 влажности и входом счетчика 9 номеров каналов, выход которого соединен с управляющим входом мультиплексора 8 и входом индикатора номера канала 10; прямой выход триггера 3 соединен со вторым входом первого элемента «И» 12, первый вход которого соединен с выходом генератора 11 контрольной частоты, а выход - с первым входом счетчика 13 влажности, выход которого соединен с первым входом второго элемента «И» 14, выход которого через калибратор 15 соединен с входом индикатора 16 влажности.

Устройство работает следующим образом.

Очередность подключения датчиков 5 определяет счетчик 9 через мультиплексор 8. Для этого счетчик 9 циклически считает импульсы тактового генератора 7 и полученный на выходе счетчика 9 код заставляет мультиплексор 8 подключить соответствующий код датчик к общей шине. Каждый датчик 5 соответствует своему каналу измерения и в каждом такте работает только один датчик. Модуль счета счетчика 9 равен числу каналов. Код канала с выхода счетчика 9 подается на индикатор 10 номера канала. В качестве датчика 5 влажности взят конденсатор с потерями, т.е. между электродами помещается поглотитель влаги, поэтому и емкость, и сопротивление такого конденсатора зависят от влажности окружающей датчик среды. Нами в качестве поглотителя взят гипс.

В исходном состоянии и в паузах между тактовыми импульсами триггер 3 находится в нулевом (закрытом) состоянии ( $S=0$ ,  $R=0$ ,  $U_{\text{ВЫХ}}=0$ ) и будет в нем находиться до прихода следующего тактового импульса. Покажем это:

1. Триггер 3 открыт (находится в единичном состоянии)  $U_{\text{ВЫХ}}=1$ . Сигнал с инверсного выхода триггера 3  $\overline{U_{\text{ВЫХ}}}=0$  откроет ключ 4, и напряжение  $U_0$  источника 1, поступавшее при закрытом ключе 4 на конденсатор 6, не будет поступать, и конденсатор 6 начнет разряжаться через датчик 5. Когда напряжение на конденсаторе 6 ( $U_C$ ) станет меньше опорного ( $U_C < U_{\text{ОП}}$ ), то компаратор 2 выдаст единичный сигнал на вход R триггера 3. При входных сигналах ( $S=0$ ,  $R=1$ ) триггер 3 перейдет в закрытое (нулевое) состояние  $U_{\text{ВЫХ}}=0$ .

2. Триггер 3 закрыт  $U_{\text{ВЫХ}}=0$ , сигнал  $\overline{U_{\text{ВЫХ}}}=1$  закроет ключ 4, и он будет пропускать напряжение  $U_0$  источника 1 на конденсатор 6. Когда станет  $U_C > U_{\text{ОП}}$ , компаратор 2 выдаст нулевой сигнал на вход R триггера 3. При входных сигналах ( $S=0$ ,  $R=0$ ) триггер 3 будет хранить нулевой сигнал на выходе  $U_{\text{ВЫХ}}=0$ .

Приход тактового (запускающего) импульса с тактового генератора 7 открывает триггер 3,  $U_{\text{ВЫХ}}=1$ , так как  $S=1$ ,  $R=0$ . Сигнал  $\overline{U_{\text{ВЫХ}}}=0$  с инверсного выхода триггера 3 открывает ключ 4. Напряжение  $U_0$  источника 1 перестает поступать на конденсатор 6, и конденсатор 6 начинает разряжаться через датчик 5. Когда напряжение на нем ( $U_C$ ) станет меньше опорного ( $U_C < U_{\text{ОП}}$ ), то компаратор 2 выдаст единичный сигнал на вход R триггера 3. При входных сигналах ( $S=0$ ,  $R=1$ ) триггер 3 перейдет в закрытое (нулевое) состояние  $U_{\text{ВЫХ}}=0$ . Этот процесс смены состояний триггера 3 будет происходить после



каждого тактового (запускающего) импульса.

По каждому тактовому импульсу генератора 7 триггер 3 выдает импульс, длительность которого пропорциональна сопротивлению датчика 5. Это длительность единичного состояния триггера 3 и равна длительности разряда емкости  $C_0$  конденсатора 6 от  $U_0$  до  $U_{оп}$ , т.е.

$$t_p = R_X (C_0 + C_X) \ln \frac{U_0}{U_{оп}}, \quad (1)$$

где  $R_X$  и  $C_X$  - сопротивление и емкость датчика 5.

На практике всегда можно подобрать емкость  $C_0$  много больше емкости  $C_X$ , т.е.  $C_0 \gg C_X$ . В этом случае время разряда линейно зависит от сопротивления датчика

$$t_p = R_X C_0 \ln \frac{U_0}{U_{оп}}. \quad (2)$$

Особенность работы устройства - конденсатор 6 разряжается не через внешние цепи, как принято, а через датчик 5, поскольку датчик 5 - конденсатор с потерями и его электрическая схема - параллельное соединение сопротивления  $R_X$  и емкости  $C_X$ .

Длительность импульса, полученного на выходе триггера 3, измеряется периодом контрольной частоты, поэтому импульсы с выхода триггера 3 и с генератора 11 подаются на первый элемент «И» 12. Прошедшие элемент 12 импульсы считает счетчик 13. Для правильного счета счетчик 13 обнуляется тактовым импульсом, поступающим от тактового генератора 7. Полученный на выходе счетчика 13 цифровой код соответствует измеряемой влажности, но его необходимо прокалибровать в общепринятых единицах влажности. Чтобы счетчик 13, во время счета, не создавал помехи последующей схеме, код счетчика 13 передается на калибратор 15, когда счет в данном такте закончен, а именно по нулевому сигналу триггера 3. Калибратор 15 масштабирует полученный результат. В простейшем случае калибратор - это блок памяти, в который во время градуировки устройства записывается соотношение между влажностью и ее кодом, получаемым в устройстве. Влажность, выраженная в требуемых единицах, записывается в поле данных, а соответствующий ей код, полученный устройством, записывается в адресное поле. Для многократного измерения влажности одного и того же материала целесообразно в качестве калибратора 15 использовать постоянное запоминающее устройство, так как датчики на конденсаторах с потерями служат достаточно долго - по литературным данным больше 10 лет [Бойукос Дж. Дж. Блок из чистого гипса для непрерывных измерений влажности в полевых условиях. Влажность. Т. 4. - С. 176-182. Материалы международного симпозиума по влагометрии, проходившего в Вашингтоне в 1963 г. Гидрометеиздат, Л., 1969 г.].

Код влажности в двоично-десятичном виде, промасштабированный калибратором 15, поступает на индикатор 16 влажности. Индикатор строится по общепринятой методике - последовательно соединенные преобразователь двоично-десятичного кода, поступающего с калибратора 15, в код семи сегментных индикаторов и семисегментные индикаторы.

Перечень позиций Фиг. 1

Многоканальное устройство измерения влажности сыпучих материалов

1 - Источник питания;

2 - Компаратор;

3 - RS триггер;

- 4 - Ключ;
- 5 - Датчики;
- 6 - Конденсатор образцовый;
- 7 - Генератор тактовых импульсов;
- 5 8 - Мультиплексор;
- 9 - Счетчик номеров каналов;
- 10 - Индикатор номера канала;
- 11 - Генератор контрольной частоты;
- 12 - Элемент «И» первый;
- 10 13 - Счетчик влажности;
- 14 - Элемент «И» второй;
- 15 - Калибратор;
- 16 - Индикатор влажности.

15 (57) Формула изобретения

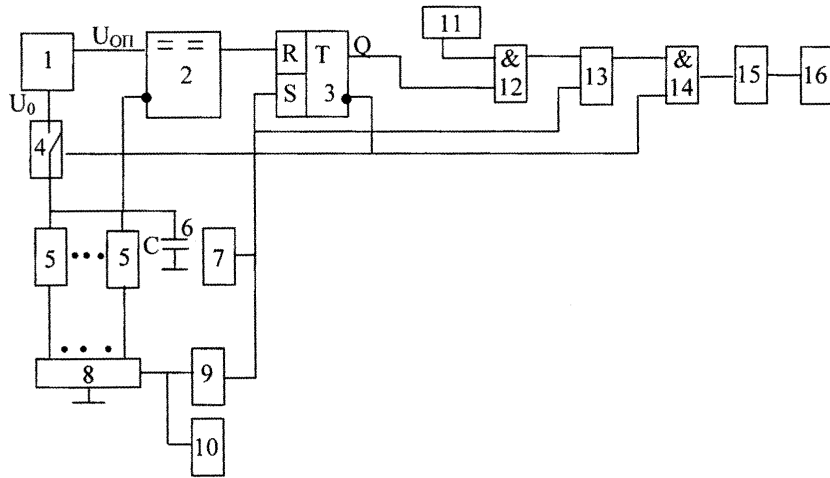
Многоканальное устройство измерения влажности сыпучих материалов, содержащее датчики влажности, тактовый генератор, счетчик влажности, индикатор влажности, отличающееся тем, что введены источник питания, компаратор, RS триггер, ключ, конденсатор образцовый, мультиплексор, счетчик каналов, индикатор номера канала, генератор контрольной частоты, элементы «И» первый и второй, калибратор, при этом от источника питания опорное напряжение поступает на прямой вход компаратора, а рабочее напряжение поступает на вход ключа, управляющий вход которого соединен с инверсным выходом RS триггера и вторым входом второго элемента «И», а выход через образцовый конденсатор с общей шиной; входы датчиков соединены с инверсным входом компаратора и выходом ключа, а выходы через мультиплексор - с общей шиной; вход R триггера соединен с выходом компаратора, а вход S - с выходом тактового генератора, вторым входом счетчика влажности и входом счетчика номеров каналов, выход которого соединен с управляющим входом мультиплексора и входом индикатора номера канала; прямой выход триггера соединен с вторым входом первого элемента «И», первый вход которого соединен с выходом генератора контрольной частоты, а выход с первым входом счетчика влажности, выход которого соединен с первым входом второго элемента «И», выход которого через калибратор соединен с входом индикатора влажности.

35

40

45

Многоканальное устройство измерения влажности сыпучих материалов



Фиг.1