РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 594 623**(13) **C1**

(51) МПК
*G01K 15/00* (2006.01)
*G01K 7/00* (2006.01)

# (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2014148280/28, 04.06.2013**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
**04.06.2013**

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
**29.06.2012 US 13/537.532**

(45) Опубликовано: **20.08.2016** Бюл. № **23**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 6754601 B1 , 22.06.2004. US 6449574 B1 ,10.09.2002. US 5669713 A1 , 23.09.1997. US 5745049 A1 , 28.04.1998. US 6434504 B1 , 13.08.2002. RU 2196307 C2, 10.01.2003.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **29.01.2015**

(86) Заявка PCT:
**US 2013/044144 (04.06.2013)**

(87) Публикация заявки PCT:
**WO 2014/003996 (03.01.2014)**

Адрес для переписки:
**123100, Москва, Шмитовский пр., д. 2, стр. 2, Патентное агентство "Ермакова, Столярова и партнеры"**

(72) Автор(ы):
**ЭЛКЕ Энтони Михаэль (US)**

(73) Патентообладатель(и):
**РОСЕМОУНТ ИНК. (US)**

## (54) ДАТЧИК, КОНТРОЛИРУЮЩИЙ ТЕМПЕРАТУРУ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА, ОСНАЩЕННЫЙ СЕНСОРНЫМ УСТРОЙСТВОМ ДИАГНОСТИКИ ЕЕ КОЛЕБАНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для контроля процесса производства. Датчик 10, контролирующий температуру процесса производства, включает температурный сенсор, предусмотренный для подачи выходного сигнала сенсора 18, связанного с температурой процесса производства. Схема измерения 26, 28 соединена с температурным сенсором 18 и предназначена для определения температуры процесса производства на основании выходного сигнала от сенсора. Выходная схема 24 подает сигнал, связанный с измеряемой температурой. Запоминающее устройство 24 предназначено для хранения данных о температуре, связанных с событиями избыточной температуры, которые испытывает температурный сенсор 18. Диагностическая схема 22 определяет состояние температурного сенсора 18 или других компонентов исходя из накопленных данных о температуре 30. Технический результат - повышение точности получаемых данных. 2 н. и 18 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2594623 C1

RU 2594623 C1

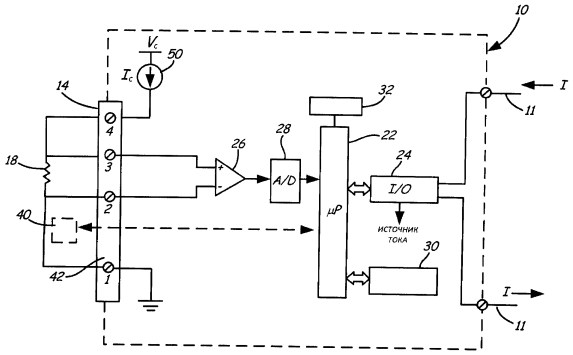


РИС.2А

RU 2594623 C1

RU 2594623 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 594 623** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
*G01K 15/00* (2006.01)
*G01K 7/00* (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2014148280/28, 04.06.2013**

(24) Effective date for property rights:
**04.06.2013**

Priority:
(30) Convention priority:
**29.06.2012 US 13/537.532**

(45) Date of publication: **20.08.2016** Bull. № **23**

(85) Commencement of national phase: **29.01.2015**

(86) PCT application:
**US 2013/044144 (04.06.2013)**

(87) PCT publication:
**WO 2014/003996 (03.01.2014)**

Mail address:
**123100, Moskva, SHmitovskij pr., d. 2, str. 2, Patentnoe agentstvo "Ermakova, Stoljarova i partnery"**

(72) Inventor(s):
**ELKE Anthony Michael (US)**

(73) Proprietor(s):
**ROSEMOUNT INK. (US)**

RU 2594623 C1

## (54) SENSOR CONTROLLING TEMPERATURE OF PRODUCTION PROCESS, EQUIPPED WITH SENSOR FOR DIAGNOSIS OF VIBRATIONS THEREOF

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to measurement equipment and can be used for control of production process. Sensor 10, controlling temperature of production process includes temperature sensor, designed for supply of output signal of sensor 18 associated with temperature of production process. Measurement circuit 26, 28 is connected with temperature sensor 18 and is intended for determining temperature of production process based on output signal from sensor. Output circuit 24 sends a signal associated with measured temperature. Memory device 24 is intended for storing data on temperature, associated with excessive temperature events experienced by temperature sensor 18. Diagnostic circuit 22 determines state of temperature sensor 18 or other components on basis of accumulated data on temperature 30.

EFFECT: technical result is improved accuracy of obtained data.

20 cl, 4 dwg

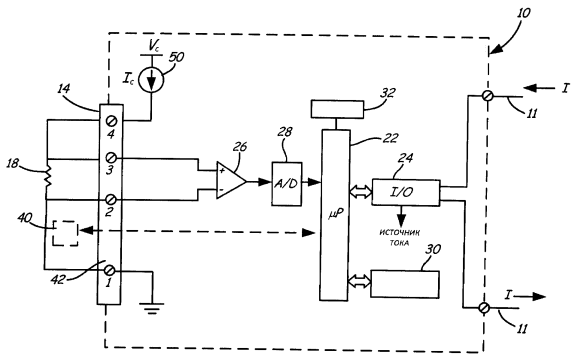


РИС.2А

RU 2594623 C1

## УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Настоящее изобретение относится к системам управления или контроля процесса производства. В частности, настоящее изобретение относится к датчикам температуры, использующимся для определения температуры процесса производства.

[0002] Датчики с переменными процесса используются для измерения параметров процесса в системе управления или контроля процесса. Датчики температуры обычно включают сенсор, аналогово-цифровой преобразователь для преобразования выходного сигнала от сенсора в цифровой формат, микропроцессор для компенсации оцифрованного выходного сигнала и выходную схему для передачи компенсированного выходного сигнала. Как правило, передача происходит через контур управления процессом, такой как токовый контур 4-20 мА. Одним из типичных параметров является температура, которую можно определять путем измерения сопротивления ТПС (термопреобразователь сопротивления), который также называется ПТС (платиновый термометр сопротивления), либо выходного напряжения термопарного сенсора.

[0003] В ходе работы температурного сенсора в датчике с переменными процесса его точность может ухудшаться, особенно если сенсор подвержен воздействию избыточных температур выше или ниже его стандартного температурного диапазона. Такое ухудшение может привести к полному отказу, при котором сенсор или сам датчик требует замены. Кроме того, это ухудшение может повлечь за собой погрешности показаний температуры, что может остаться незамеченным и привести к неточностям в контроле и управлении процессом производства.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0004] Датчик, контролирующий температуру процесса производства, включает в себя температурный сенсор, предусмотренный для подачи выходного сигнала от сенсора, связанного с температурой процесса производства. Схема измерения соединена с температурным сенсором и предназначена для определения температуры процесса производства на основании выходного сигнала от сенсора. Выходная схема подает выходной сигнал, связанный с измеряемой температурой. Запоминающее устройство предназначено для хранения данных о температуре, связанных с событиями избыточной температуры, которые испытывает температурный сенсор. Диагностическая схема определяет состояние температурного сенсора или других компонентов исходя из накопленных данных о температуре.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0005] На рисунке 1 представлена упрощенная схема, показывающая систему управления процессом производства, включая температурный датчик, предназначенный для определения температуры рабочей жидкости.

[0006] На рисунке 2A показана блок-схема датчика температуры, подключенного для измерения температуры сенсором ТПС.

[0007] На рисунке 2B показана блок-схема датчика температуры, подключенного для измерения температуры термопарным сенсором.

[0008] На рисунке 3 показана упрощенная блок-схема этапов в соответствии с настоящим изобретением.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЛЛЮСТРАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0009] Как указано выше в разделе «Уровень техники изобретения», со временем температурный сенсор датчика температуры может устаревать, а его производительность может ухудшаться. Это может привести к неточностям в измерениях температуры, а также полному отказу сенсора. Было установлено, что одна из причин

такого ухудшения заключается в воздействии избыточных температур на температурный сенсор, которые вызывают его повреждение. Например, сенсор может быть подвержен воздействию температуры, которая превышает пределы для материала, используемого в конструкции сенсора. Избыточная температура может быть высокой или низкой избыточной температурой.

[0010] Настоящее изобретение предусматривает контроль количества событий избыточной температуры на температурном сенсоре в датчике с переменными процесса. На основании этих данных может выполняться диагностика и определение возможности ухудшения состояния датчика. Контроль избыточных температур может относиться к количеству событий избыточной температуры, которым подвергся сенсор, длительности события избыточной температуры и/или температуре во время события избыточной температуры. Эти данные могут храниться в запоминающем устройстве датчика с переменными процесса либо в запоминающем устройстве, связанном непосредственно с температурным сенсором.

[0011] На рисунке 1 представлена упрощенная схема системы управления процессом производства 5. На рисунке 1 сеть трубопроводов 7 переносит рабочую жидкость. Датчик с переменными процесса 10 выполнен с возможностью соединения с сетью трубопроводов 7. Датчик 10 включает температурный сенсор 18, который, в свою очередь, может включать, например, термопарный сенсор или сенсор ТПС. Датчик 10 передает данные в другое место, например диспетчерскую 6. Передача может происходить через контур управления процессом, такой как двухпроводной контур управления процессом 11. Контур управления процессом может соответствовать любому нужному формату, в том числе контур управления процессом 4-20 мА, контур, обеспечивающий цифровую связь, беспроводной контур и т.д. В примере, показанном на рисунке 1, переменная процесса основана на источнике питания 6А в диспетчерской 6. Электропитание подается через контур управления процессом 11. Измерительный резистор 6В может использоваться для определения тока, проходящего через контур 11, и, таким образом, контроля данных о температуре от датчика 10. Следует принимать во внимание, что могут применяться другие способы питания сенсора и передачи данных сенсора.

[0012] На рисунке 2А показана блок-схема датчика температуры 10, подключенного для измерения температуры при помощи сенсора ТПС 18. Датчик 10 соединен с контуром управления процессом 11, который подает питание на датчик 10 и через который передаются и принимаются данные. Датчик 10 включает клеммный блок 14 с клеммами 1-4 для соединения с сенсором 18, который, к примеру, может быть температурным сенсором ТПС (показан на рисунке 2А) или термопарным сенсором температуры (показан на рисунке 2В). Сенсор 18 может находиться внутри или вне датчика 10. Датчик 10 включает микропроцессор 22, соединенный с контуром управления 11 через схему ввода/вывода (I/O). Схема 24 также подает питание от контура 11 на датчик 10. Источник тока 50 подает ток $I_C$ на сенсор 18. Положительные и отрицательные вводы дифференциального усилителя 26 подключены к сенсору 18 и подают выходной сигнал на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) высокой точности. Запоминающее устройство 30 хранит команды и данные для микропроцессора 22, который работает на частоте, задаваемой генератором тактовых импульсов 32.

[0013] Во время работы датчик 10 измеряет температуру сенсора 18 и передает показания температуры через контур управления 11. В датчике 10 применяется следующее уравнение для расчета величины сопротивления температурного сенсора 18:

$$R_{ВХОД} = \frac{V_{СВХОД}}{I_C} \quad (1)$$

Источник тока 50 подает ток $I_C$ через сенсор 18 по клеммам 1 и 4. Микропроцессор 22 измеряет перепад напряжения $V_{СВХОД}$ по ТПС 18 между клеммами 2 и 3. В четырехпроводном измерении сопротивления, как настоящее, перепад напряжения в соединениях с клеммами 2 и 3 в большей мере устраняется, поскольку значительная часть тока проходит между клеммами 1 и 4, и едва ли влияет на точность измерения. $R_{ВХОД}$ преобразуется в единицы измерения температуры благодаря таблице преобразования или соответствующему уравнению, которое хранится в запоминающем устройстве 30.

[0014] На рисунке 2B показан датчик 10, подключенный для измерения температуры термопарным сенсором 18, который создает напряжение $V_{ТПВХОД}$ на клеммах 1 и 2. Клеммы 1 и 2 соединены с вводами дифференциального усилителя 26. Датчик 10 измеряет температуру термопарного сенсора 18, определяя напряжение термопары $V_{ТПВХОД}$. При необходимости, это напряжение компенсируется и преобразуется в данные о температуре на основании таблицы преобразования, уравнения или подобного элемента, который хранится, например, в запоминающем устройстве 30. Данные о температуре можно передавать через контур управления 11, как описано выше.

[0015] Помимо запоминающего устройства 30, показанного на рисунках 2A и 2B, также предусмотрено дополнительное запоминающее устройство сенсора 40. Дополнительное запоминающее устройство сенсора 40 может быть физически связано с сенсором 18 и соединено с микропроцессором 22 через соединитель запоминающего устройства 42 на клеммном блоке 14. В другом варианте осуществления настоящего изобретения запоминающее устройство 40 включает схему для соединения с клеммами клеммного блока 14. В еще одном варианте данные, которые хранятся в запоминающем устройстве 40, могут считываться микропроцессором 22. Аналогичным образом, микропроцессор 22 может записывать данные на запоминающее устройство 40. В вариантах, где запоминающее устройство 40 обменивается данными с микропроцессором 22 через соединители клеммного блока 1-4, оно может включать схему, например, реагирующую на высокочастотный или цифровой сигнал, модулированный на клеммы клеммного блока 14. В ответ на такой сигнал запоминающее устройство 40 может сохранять данные от микропроцессора 22 или отправлять данные на него.

[0016] Микропроцессор 22 контролирует температуру температурного сенсора 18 во время работы. Если температура температурного сенсора 18 превышает пороговую величину, данные могут сохраняться в запоминающем устройстве 30 и/или 40. В данном контексте «событие избыточной температуры» относится к сенсору 18, испытывающему температуру выше пороговой величины. Эта пороговая величина может быть абсолютным порогом либо порогом на основании температуры и времени. Например, если измеряемая температура превышает пороговую величину, счетчик в запоминающем устройстве 30/40 может выполнять приращение. Такое приращение также может относиться ко времени, в течение которого температура превышает пороговую величину. В еще одном варианте осуществления изобретения измеряемую температуру вычитают из номинального значения, а разность интегрируется по времени. Например, время, в течение которого сенсор 18 находится на более высокой температуре, может быть дольше, чем при более низких температурах. В качестве конкретного примера, мгновенное превышение 500°C на температурном сенсоре 18 может быть сопоставимо

с воздействием температуры 200°C на сенсор 18 в течение 10 часов. По желанию можно выполнить регулировку. К примеру, некоторые компоненты могут мгновенно отказывать на высоких температурах, в то время как другие будут просто быстрее изнашиваться под действием повышенной температуры, которая ниже, чем температура, вызывающая мгновенный отказ.

[0017] На основании данных о событиях избыточной температуры, которые хранятся в запоминающем устройстве 30/40, микропроцессор 22 может определять состояние сенсора 18. Такая диагностика может выполняться в виде подачи выходного сигнала о расчетном остаточном ресурсе, индикации необходимости немедленной замены сенсора 18 или использоваться для компенсации погрешностей в измерениях температуры из-за событий избыточной температуры. Данные об избыточной температуре также могут использоваться для расчета погрешностей в измерениях температуры из-за событий избыточной температуры. Такие данные определяются путем анализа температурного сенсора, подвергающегося событиям избыточной температуры, и хранения этих данных в виде компенсационной информации в запоминающем устройстве 30 или 40.

[0018] В некоторых конфигурациях температурный сенсор 18 может быть съемным. Например, дополнительное запоминающее устройство 40 может быть энергонезависимым запоминающим устройством, которое способно хранить информацию без необходимости отдельного источника питания. Такая конфигурация предпочтительна, поскольку данные о событиях избыточной температуры хранятся в самом сенсоре 18. Если сенсор 18 снят и используется на другом датчике 10, данные о событиях избыточной температуры будут доступны на нем. Кроме того, данные можно использовать для анализа отказов, если сенсор возвращен пользователем из-за отказа. Данные, хранящиеся в запоминающем устройстве 30 или 40, могут также содержать данные, относящиеся к произошедшим событиям избыточной температуры, например, данным о времени и дате. В еще одной конфигурации конкретные данные о пороговой величине также могут храниться в запоминающем устройстве 30 или 40, будь то во время производства, ввода в эксплуатацию или на основании ввода данных пользователем. Ввод пользователем может осуществляться через локальный интерфейс или контур управления процессом 11. Запоминающее устройство 30 или 40 также может содержать другие данные, такие как переменные процесса, к примеру, вибрации на сенсоре 18.

[0019] На рисунке 3 представлена блок-схема 60, показывающая этапы по одному варианту осуществления настоящего изобретения. Этапы, продемонстрированные на рисунке 3, могут осуществляться при помощи, к примеру, микропроцессора 22, работающего по командам в запоминающем устройстве 30. Процесс начинается в блоке 62, а измерение температуры выполняется в блоке 64. Блок 66 определяет, испытывает ли сенсор событие избыточной температуры. Это возможно путем сравнения температуры с пороговой величиной, а также коэффициента времени в определении события избыточной температуры. Если такое событие произошло, данные о нем хранятся в запоминающем устройстве 30 или 40 в блоке 68. Если оно не произошло, управление передается блоку 70. В блоке 70 события избыточной температуры извлекаются из запоминающего устройства 30 или 40. В блоке 72 на основании извлеченных данных о событии избыточной температуры выполняется диагностика. В других конфигурациях в блоке 72 могут осуществляться другие типы этапов, в том числе компенсация измеренного значения температуры исходя из полученных событий избыточной температуры. Помимо этого, данные о событиях избыточной температуры,

извлеченные от запоминающего устройства 30 или 40, можно при необходимости передавать на другое устройство через контур управления процессом 11.

[0020] Хотя настоящее изобретение описано с учетом предпочтительных вариантов осуществления, специалисты в данной области признают, что в форму и содержание можно вносить изменения без отступления от существа и объема настоящего изобретения. В данном контексте «схема измерения» и «диагностическая схема» применяются в различных компонентах датчика температуры. Например, обе схемы можно использовать в микропроцессоре 22, и они могут включать другу схему. Или схема измерения может включать аналогово-цифровой преобразователь, усилитель, источник тока и т.д. В других конфигурациях схема может быть распределена между дискретными элементами или включать общие элементы.

## Формула изобретения

1. Датчик, контролирующий температуру процесса производства, включающий:

температурный сенсор, предусмотренный для подачи выходного сигнала сенсора, относящегося к температуре процесса производства;

схему измерения, соединенную с температурным сенсором, предназначенную для измерения температуры процесса производства на основании выходного сигнала сенсора;

выходную схему, предназначенную для подачи выходного сигнала, относящегося к измеряемой температуре;

запоминающее устройство, предназначенное для хранения данных о температуре, связанных с событиями избыточной температуры, которые испытывает температурный сенсор; и

диагностическую схему, предназначенную для определения состояния температурного сенсора на основании накопленных данных о температуре.

2. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что запоминающее устройство находится в датчике температуры.

3. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что запоминающее устройство соединено с температурным сенсором и температурный сенсор выполнен с возможностью снятия с датчика.

4. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что данные об избыточной температуре включают данные касательно количества событий избыточной температуры, произошедших на сенсоре.

5. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что данные об избыточной температуре включают данные касательно времени, в течение которого температурный сенсор испытывал воздействие избыточной температуры.

6. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что данные об избыточной температуре включают температуру, под воздействием которой температурный сенсор находился в событии избыточной температуры.

7. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что состояние, определенное диагностической схемой, относится к остаточному ресурсу температурного сенсора.

8. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что выявленное состояние температурного датчика относится к расчетной погрешности измеряемой температуры.

9. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что схема измерения компенсирует измеренную температуру на основании выявленного состояния.

10. Датчик температуры по п. 1, отличающийся тем, что температурный сенсор включает термопреобразователь сопротивления (ТПС).

11. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что температурный сенсор включает термопару.

12. Способ выполнения диагностики на датчике температуры, используемом для измерения температуры процесса производства, включающий:

определение температуры процесса производства при помощи температурного сенсора и подача выходного сигнала сенсора, связанного с измеренной температурой;

измерение температуры процесса производства на основании выходного сигнала сенсора при помощи схемы измерения;

подачу выходного сигнала, связанного с измеренной температурой;

сохранение данных об избыточной температуре в запоминающем устройстве, связанных с событиями избыточной температуры в температурном сенсоре;

и определение состояния температурного сенсора на основании сохраненных данных об избыточной температуре.

13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что запоминающее устройство находится в датчике температуры.

14. Способ по п. 12, отличающийся тем, что запоминающее устройство соединено с температурным сенсором, а температурный сенсор выполнен с возможностью снятия с датчика температуры.

15. Способ по п. 12, отличающийся тем, что данные об избыточной температуре включают данные о количестве событий избыточной температуры, произошедших на сенсоре.

16. Способ по п. 12, отличающийся тем, что данные об избыточной температуре включают данные о времени, в течение которого температурный сенсор испытывал воздействие избыточной температуры.

17. Способ по п. 12, отличающийся тем, что данные об избыточной температуре включают температуру, под воздействием которой температурный сенсор находился в событии избыточной температуры.

18. Способ по п. 12, отличающийся тем, что выявленное состояние температурного сенсора относится к остаточному ресурсу температурного сенсора.

19. Способ по п. 12, отличающийся тем, что выявленное состояние температурного сенсора относится к расчетной погрешности измеряемой температуры.

20. Способ по п. 12, включающий компенсацию измеренной температуры на основании выявленного состояния.

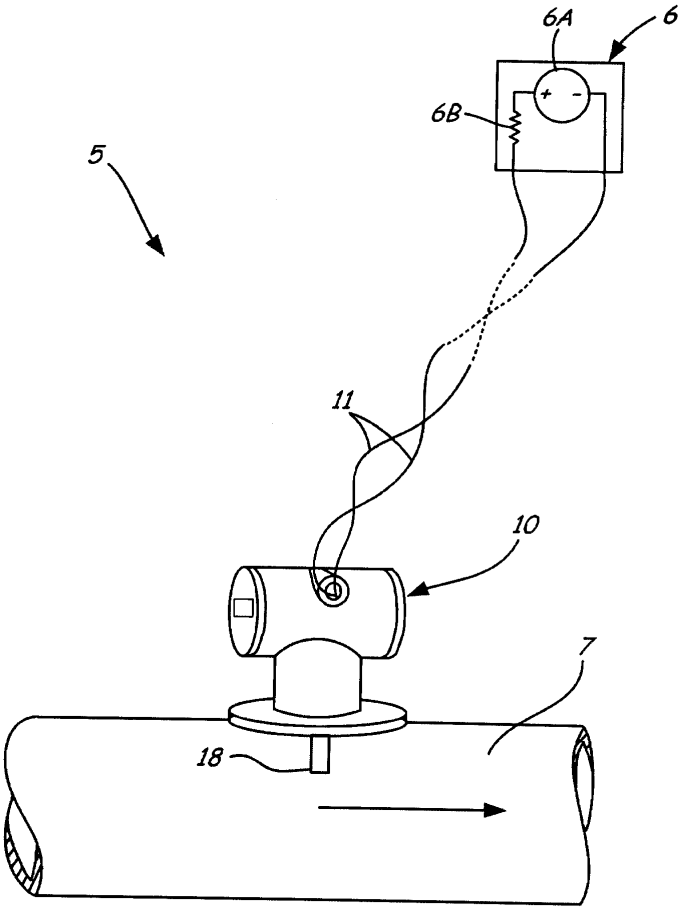


РИС.1

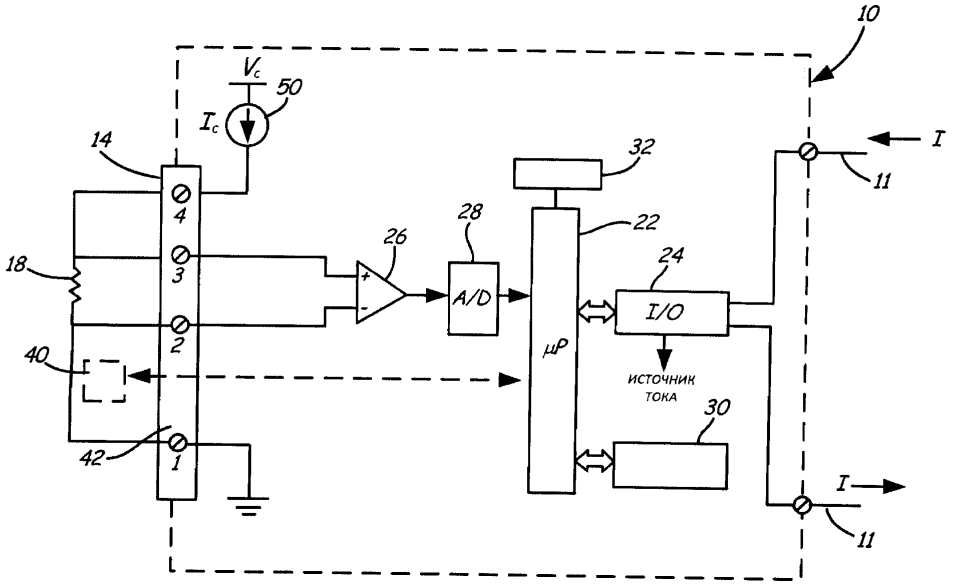
10
$V_c$
50
$I_c$
14
4
3
2
1
18
40
42
26
28
A/D
32
22
24
I/O
μP
ИСТОЧНИК ТОКА
30
I
11
I
11

РИС.2А

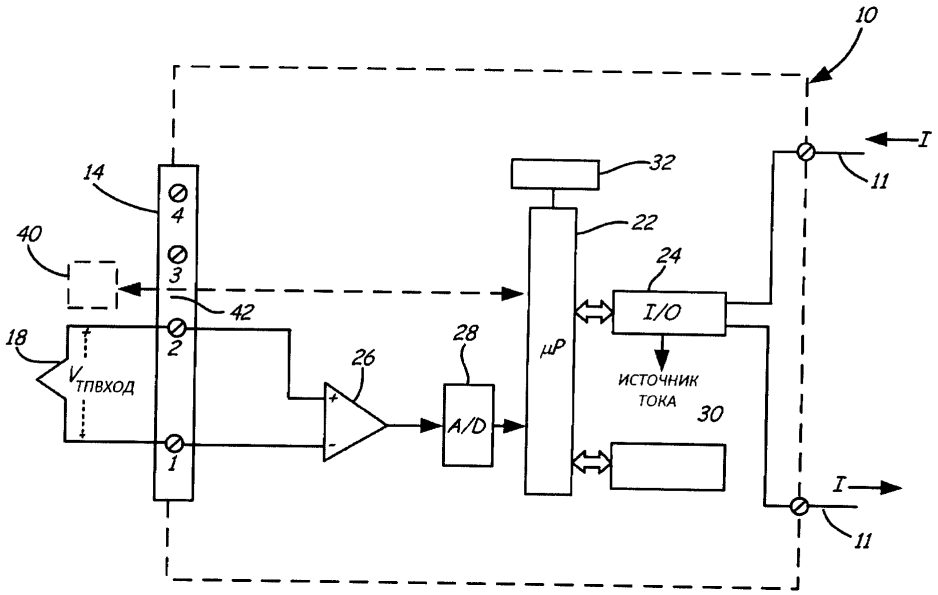
10
I
11
14
4
3
2
1
40
42
18
$V_{ТПВХОД}$
26
28
A/D
μP
32
22
24
I/O
ИСТОЧНИК ТОКА
30
I
11

РИС.2В

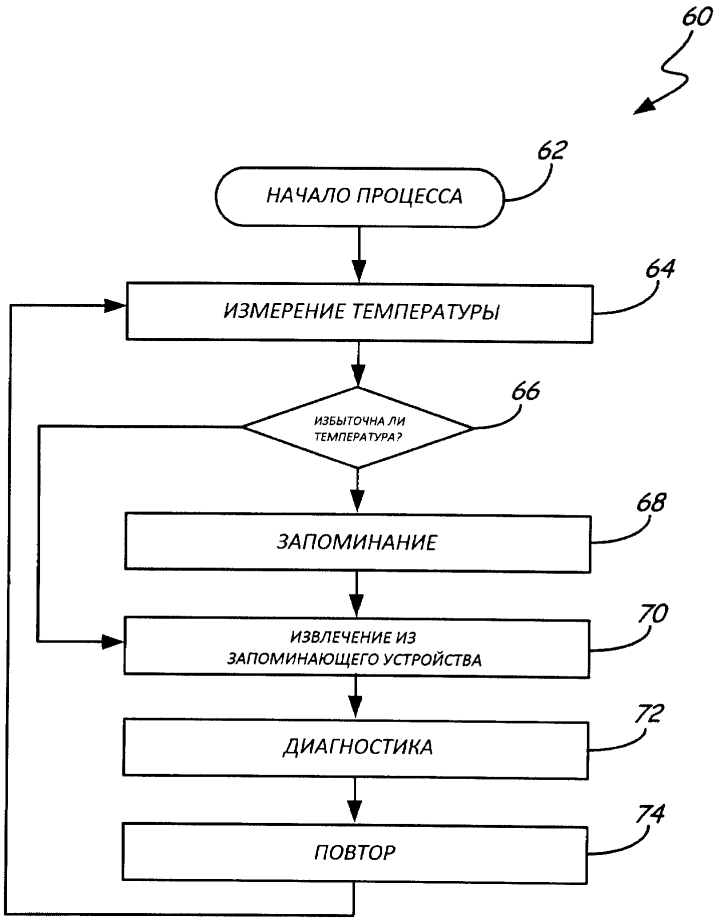
60
62
НАЧАЛО ПРОЦЕССА
64
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ
66
ИЗБЫТОЧНА ЛИ ТЕМПЕРАТУРА?
68
ЗАПОМИНАНИЕ
70
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
72
ДИАГНОСТИКА
74
ПОВТОР

РИС.3