

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**№ 2550596**

**СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА  
ВЕЩЕСТВА В ПОТОКЕ**

Патентообладатель(ли): *Открытое Акционерное Общество  
"Сибтехэнерго"-инженерная фирма по наладке,  
совершенствованию технологий и эксплуатации электро-  
энергооборудования предприятий и систем (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013155057

Приоритет изобретения 11 декабря 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
изобретений Российской Федерации 10 апреля 2015 г.

Срок действия патента истекает 11 декабря 2033 г.

*Врио руководителя Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Л.Л. Кирий*



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013155057/28, 11.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.12.2013

(45) Опубликовано: 10.05.2015 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 322627 A, 15.02.1972. GB 2307989  
A, 11.06.1997. US 4512200 A, 23.04.1985. SU  
286265 A, 12.01.1971

Адрес для переписки:

630032, г.Новосибирск, ул. Планировочная, 18/1,  
Генеральному директору ОАО "Сибтехэнерго"  
Агиулину С.Г.

(72) Автор(ы):

Наумов Юрий Иванович (RU),  
Николаев Сергей Фёдорович (RU),  
Шинкарёв Андрей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое Акционерное Общество  
"Сибтехэнерго"-инженерная фирма по  
наладке, совершенствованию технологий и  
эксплуатации электро-энергооборудования  
предприятий и систем (RU)

## (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА ВЕЩЕСТВА В ПОТОКЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области косвенного измерения расхода сыпучих и диспергированных в газовых средах веществ и может быть использовано в технологических процессах, где необходимо контролировать расход вещества в потоке, например, для контроля за расходом угольной пыли на тепловых электрических пылеугольных станциях. Способ измерения массового расхода вещества в потоке, проходящего в трубопроводе, основан на измерении электропроводности потока вещества на переменном токе в узком диапазоне частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты переменного напряжения, подаваемого

на электрод, размещаемый в потоке, и отведении других составляющих зарядного (перезарядного) тока электрода на корпус трубопровода. По величине зарядного (перезарядного) тока с электрода измеряют величину массового расхода вещества в потоке. Техническим результатом является измерение зарядного тока с электрода в узком диапазоне частот относительно заданной и фиксированной частоты формируемого переменного напряжения, обеспечивающего более высокую точность измерения массового расхода вещества в потоке, протекающем в трубопроводе, и, соответственно, более точное определение расхода вещества. 1 ил.

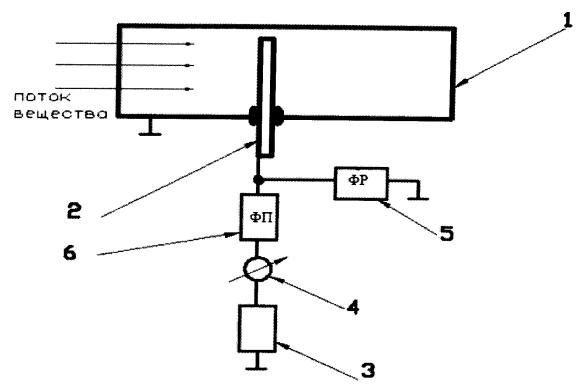
C1  
6 9 6 0 5 9 0 5 0 2 5 2

RU

RU  
2 5 5 0 5 9 6

C1

R U 2 5 5 0 5 9 6 C 1



R U 2 5 5 0 5 9 6 C 1

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013155057/28, 11.12.2013

(24) Effective date for property rights:  
11.12.2013

Priority:

(22) Date of filing: 11.12.2013

(45) Date of publication: 10.05.2015 Bull. № 13

Mail address:

630032, g.Novosibirsk, ul. Planirovochnaja, 18/1,  
General'nomu direktoru OAO "Sibtekhehnergo"  
Agliulinu S.G.

(72) Inventor(s):

Naumov Jurij Ivanovich (RU),  
Nikolaev Sergej Fedorovich (RU),  
Shinkarev Andrej Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Otkrytoe Aktsionernoje Obshchestvo  
"Sibtekhehnergo"-inzhenernaja firma po  
naladke, sovershenstvovaniju tekhnologij i  
ehkspluatatsii ehlekstro-ehnergooborudovaniya  
predprijatij i sistem (RU)

## (54) METHOD TO MEASURE MASS FLOW RATE OF SUBSTANCE IN FLOW

(57) Abstract:

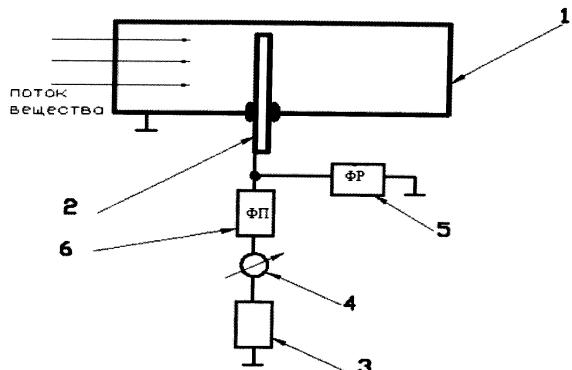
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: method to measure mass flow rate of a substance in a flow passing in a pipeline, is based on measurement of electroconductivity of the substance flow on AC in narrow range of frequencies relative to the preset and fixed frequency of AC voltage supplied to an electrode placed in a flow, and removal of other components of charging (recharging) electrode current to the pipeline body. By the value of charging (recharging) current from the electrode they measure value of mass flow of substance in the flow.

EFFECT: measurement of charging current from the electrode in the narrow range of frequencies relative to specified and fixed frequency of generated AC voltage, providing for higher accuracy of measurement

of mass flow of substance in a flow passing in a pipeline, and more accurate detection of substance flow.

1 dwg



R U 2 5 5 0 5 9 6 C 1

R U 2 5 5 0 5 9 6 C 1

Предлагаемое техническое решение относится к области косвенных измерений массы вещества в потоке и может быть использовано для более точного измерения массового расхода, например, угольной пыли, проходящей в пылепроводе.

Аналогичные технические решения известны, см., например, журнал «Автоматизация в промышленности», 2008 г., №4, с.27-30, в котором охарактеризован способ измерения массового расхода вещества (угольной пыли) в потоке, проходящем в пылепроводе, техническая сущность которого заключается в следующем:

- размещают проводящий зонд (электрод) в потоке угольной пыли, проходящей в металлическом пылепроводе;
- 10 - отводят постоянную составляющую зарядного тока с проводящего зонда, возникающую вследствие взаимодействия частиц вещества (угольной пыли), проходящих в трубопроводе, на корпус металлического пылепровода;
- измеряют величину переменной составляющей зарядного тока с проводящего зонда;
- 15 - по величине переменной составляющей зарядного тока с проводящего зонда измеряют массовый расход вещества в потоке, проходящем в металлическом пылепроводе.

Все вышеперечисленные признаки аналогичного технического решения являются общими с признаками заявляемого технического решения для патентования.

Известно также аналогичное техническое решение, см. описание изобретения к авторскому свидетельству СССР №322627, которое выбрано в качестве ближайшего аналога, прототипа, сущность которого заключается в следующем:

- размещают электрод в потоке веществ, проходящих в металлическом трубопроводе;
- формируют переменное напряжение;
- 25 - подают сформированное переменное напряжение на электрод относительно корпуса металлического трубопровода;
- отводят постоянную составляющую зарядного тока с электрода, возникающую вследствие взаимодействия частиц вещества, проходящих в металлическом трубопроводе и соприкасающихся с поверхностью электрода, на корпус металлического трубопровода;
- 30 - измеряют величину переменной составляющей зарядного тока с электрода;
- по величине переменной составляющей зарядного тока с электрода измеряют массовый расход вещества в потоке, проходящем в металлическом трубопроводе.

Все перечисленные признаки прототипа являются общими с признаками заявляемого технического решения для патентования.

Технический результат, который невозможно достичь ни одним из вышеохарактеризованных аналогичных технических решений, заключается в измерении зарядного (перезарядного) тока в узком диапазоне частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты формируемого переменного напряжения, обеспечивающего более высокую точность измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе.

Причиной невозможности достижения вышеуказанного технического результата является то, что в известных аналогичных технических решениях измерение величины переменной составляющей зарядного тока электрода проводят в широком диапазоне частот, что приводит к искажению результатов измерений вследствие наличия в зарядном (перезарядном) токе электрода электрических помех в широком частотном диапазоне от 0 до СВЧ диапазона, возникающих вследствие собственного заряда частиц вещества, трибоэлектрических процессов на электроде и внешних помех от технологического оборудования, что, в конечном итоге, не обеспечивает точности измерения массового

расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе.

Учитывая характеристику и анализ известных аналогичных технических решений, можно сделать вывод, что задача создания средств измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, обладающих более высокой точностью измерения, является актуальной на сегодняшний день.

Технический результат, указанный выше, достигается тем, что в способе измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, заключающемся в том, что размещают электрод в потоке, проходящем в металлическом трубопроводе, формируют переменное напряжение, подают сформированное переменное напряжение

- 10 на электрод относительно корпуса металлического трубопровода, отводят постоянную составляющую тока с электрода, возникающую вследствие процессов заряда (перезаряда) частиц вещества, проходящих в металлическом трубопроводе и соприкасающихся с поверхностью электрода, на металлический трубопровод, измеряют величину переменной составляющей зарядного тока с электрода и по его величине
- 15 измеряют массовый расход вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, при этом переменное напряжение формируют заранее заданной и фиксированной частоты, подают сформированное переменное напряжение заранее заданной и фиксированной частоты на электрод относительно металлического трубопровода, отводят дополнительно переменную составляющую зарядного тока с частотой, выходящей за
- 20 пределы заданного узкого частотного диапазона заранее заданной и фиксированной частоты, с электрода на корпус металлического трубопровода и измеряют величину переменной составляющей тока с электрода в узком диапазоне заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения.

Формирование переменного напряжения заранее заданной и фиксированной частоты,

- 25 его подача на электрод относительно корпуса трубопровода, дополнительный отвод переменной составляющей зарядного тока с электрода с частотами, выходящими за пределы узкого диапазона относительно заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения, на корпус металлического трубопровода и измерение переменной составляющей величины зарядного тока электрода в узком
- 30 диапазоне частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения, как это указано выше, позволяет в процессе формирования переменного напряжения заранее заданной и фиксированной частоты и подачи его на электрод относительно корпуса металлического трубопровода создать условия для протекания зарядного (перезарядного) тока с электрода, создаваемого
- 35 электрическими зарядами частиц вещества, проходящих в металлическом трубопроводе и соприкасающихся с поверхностью электрода, осуществить отвод с электрода постоянной составляющей зарядного тока и переменной составляющей тока с частотами, выходящими за пределы узкого частотного диапазона заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения, на корпус
- 40 металлического трубопровода и измерить величину переменной составляющей зарядного тока с электрода в узком диапазоне частот относительно частоты заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения и обеспечить, таким образом, более высокую точность измерения величины переменной составляющей зарядного тока с электрода, обусловленной электропроводностью потока, за счет
- 45 исключения из измеряемого тока составляющих, вызванных трибоэлектрическими процессами, собственными статическими зарядами частиц вещества и помехами со стороны технологического оборудования, и по этой величине с более высокой точностью измерить массовый расход вещества в потоке, проходящем в металлическом

трубопроводе. В чем и проявляется достижение вышеуказанного технического результата.

Проведенный анализ предлагаемого технического решения показал, что ни одно из известных аналогичных технических решений не содержит всей совокупности

- 5 существенных признаков, что позволило сделать вывод о его новизне. Так же как ни одно из известных технических решений не содержит отличительных признаков предлагаемого нами технического решения, что позволило сделать вывод о его соответствии критерию патентоспособности «изобретательский уровень».

Техническая сущность предлагаемого способа измерения массового расхода вещества

- 10 в потоке, проходящем в трубопроводе, заключается в следующем:

- размещают электрод в потоке вещества, проходящем в металлическом трубопроводе;
- формируют переменное напряжение заранее заданной и фиксированной частоты;
- подают сформированное переменное напряжение заранее заданной и фиксированной

- 15 частоты на электрод относительно корпуса металлического трубопровода:

- отводят постоянную составляющую зарядного тока, возникающего при заряде (перезаряде) частиц вещества, проходящих в металлическом трубопроводе и соприкасающихся с поверхностью электрода, с электрода на корпус металлического трубопровода;

- 20 - отводят дополнительно переменную составляющую зарядного тока с частотами, выходящими за пределы узкого диапазона частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения, на корпус металлического пылепровода;

- измеряют величину переменной составляющей зарядного тока с электрода в узком

- 25 диапазоне частот;

- по величине переменной составляющей зарядного тока в узком диапазоне частот с электрода измеряют массовый расход вещества в потоке, проходящем в металлическом трубопроводе.

Предлагаемый способ измерения массового расхода вещества в потоке, проходящим

- 30 в трубопроводе, поясняется нижеследующим описанием и чертежом, на котором показана функциональная схема устройства для измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, которая содержит:

- трубопровод 1, выполненный, например, в виде металлической трубы;
- электрод 2, установленный электроизолированно относительно корпуса

- 35 трубопровода 1 и размещененный в потоке, проходящем в трубопроводе 1;

- формирователь 3 переменного напряжения заранее заданной и фиксированной частоты, выполненный, например, в виде широко известного генератора электрических колебаний, одним выводом присоединенный к измерительному устройству 2, а другим выводом - к корпусу трубопровода;

- 40 - режекторный фильтр 5, выполненный, например, в виде параллельного LC-контура, настроенного на заданную частоту, присоединенного одним выводом к электроду 2, другим выводом к корпусу трубопровода 1;

- полосовой фильтр 6, выполненный, например, в виде последовательной LC-цепи, настроенной на заданную частоту, присоединенной одним выводом к электроду 2 и

- 45 другим выводом к измерительному устройству 4, в качестве которого может быть использован микроамперметр переменного тока со шкалой, отградуированной в единицах расхода, например, кг/с.

Предлагаемый способ измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем

в трубопроводе, можно пояснить, рассмотрев работу схемы устройства для измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе.

Устройство для измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, работает следующим образом.

- 5 Сформированное переменное напряжение заранее заданной и фиксированной частоты подают через измеритель 4 переменной составляющей зарядного тока электрода 2, измеряющего переменную составляющую зарядного тока электрода 2, в узком диапазоне частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты формирователя 3 переменного напряжения подводят на электрод 2 относительно металлического корпуса
- 10 трубопровода 1, обеспечивая, таким образом, создание электрического потенциала на поверхности электрода 2. Частицы вещества в потоке, проходящем в трубопроводе 1, при соприкосновении с поверхностью электрода 2 перезаряжаются до потенциала электрода, что приводит к возникновению зарядного электрического тока электрода 2 для последующего измерения измерителем 4 величины переменной составляющей
- 15 зарядного тока электрода 2 в диапазоне заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения формирователем 3 переменного напряжения.

Все составляющие зарядного тока с электрода 2, кроме составляющих, соответствующих узкому диапазону частот относительно заданной частоты сформированного напряжения, шунтируются режекторным фильтром 5 на корпус

- 20 металлического пылепровода 1.

Переменная составляющая зарядного тока электрода 2, соответствующая узкому диапазону частот относительно заранее выбранной и фиксированной частоты, отфильтровывается полосовым фильтром 6, измеряется микроамперметром переменного тока и отображается на его шкале, отградуированной в единицах (например, кг/с)

- 25 расхода вещества в потоке трубопровода 1.

Таким образом, предложенный способ измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, за счет создания заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения для измерения переменной составляющей величины зарядного тока электрода в узком диапазоне частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты сформированного переменного напряжения и определения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе, обеспечивает более высокую точность измерения массового расхода вещества в потоке, проходящем в трубопроводе.

#### 35 Формула изобретения

Способ измерения массового расхода вещества в потоке, заключающийся в том, что размещают электрод в потоке вещества, проходящем в металлическом трубопроводе, формируют переменное напряжение, подают сформированное переменное напряжение на электрод относительно корпуса металлического трубопровода, отводят постоянную составляющую тока с электрода, возникающую вследствие процессов заряда (перезаряда) частиц вещества, проходящих в металлическом трубопроводе и соприкасающихся с поверхностью электрода, на корпус металлического трубопровода, измеряют величину переменной составляющей тока с электрода и по его величине измеряют массовый расход вещества в потоке, проходящем в металлическом трубопроводе, отличающийся тем, что переменное напряжение формируют заранее заданной и фиксированной частоты, подают сформированное напряжение заранее заданной и фиксированной частоты на электрод относительно корпуса металлического трубопровода, дополнительно отводят переменную составляющую тока с электрода

с частотами, выходящими за пределы узкого диапазона частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты, на корпус металлического трубопровода, измеряют величину переменной составляющей тока с электрода в узком диапазоне частот относительно заранее заданной и фиксированной частоты сформированного

5 переменного напряжения.

10

15

20

25

30

35

40

45