

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043395**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.23

(51) Int. Cl. **G01N 21/3504** (2014.01)
G01N 21/33 (2006.01)

(21) Номер заявки
201791707

(22) Дата подачи заявки
2016.01.26

(54) **ПЕРЕНОСНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ
КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРОВОДОРОДА В ВЫХОДЯЩЕМ ГАЗОВОМ ПОТОКЕ**

(31) **1550615**

(32) **2015.01.27**

(33) **FR**

(43) **2017.11.30**

(86) **PCT/EP2016/051586**

(87) **WO 2016/120277 2016.08.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АРКЕМА ФРАНС (FR)

(72) Изобретатель:
**Юмбло Франсис, Шмитт Поль Гийом,
Дюбо Жан-Люк (FR)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **CN-A-101782514
WO-A1-2014144038**

WELDON V. ET AL. "H₂S and CO₂ gas sensing using DFB laser diodes emitting at 1.57 μm", SENSORS AND ACTUATORS B: CHEMICAL: INTERNATIONAL JOURNAL DEVOTED TO RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSDUCERS, ELSEVIER S.A, CH, vol. 29, no. 1, 1 October 1995, (1995-10-01), pages 101-107, XP004000858, ISSN: 0925-4005, DOI: 10.1016/0925-4005(95)01669-4, abstract page 102, left-hand column, line 32 - right-hand column, line 5 page 102, right-hand column, lines

26-52 page 103, right-hand column, lines 11-20 page 104, left-hand column, line 2 - right-hand column, line 25

MODUGNO G. ET AL. "Detection of H₂S at the ppm level using a telecommunication diode laser", OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 145, no. 1-6, 1 January 1998, (1998-01-01), pages 76-80, XP004102684, ISSN: 0030-4018, DOI: 10.1016/50030-4018(97)00461-6, abstract

CHEN W. ET AL. "H₂S trace concentration measurements using off-axis integrated cavity output spectroscopy in the near-infrared", APPLIED PHYSICS B: LASERS AND OPTICS, SPRINGER, BERLIN, DE, vol. 90, no. 2, 7 December 2007, (2007-12-07), pages 311-315, XP019588237, ISSN: 1432-0649, abstract

JANE HODGKINSON ET AL. "Topical Review; Optical gas sensing: a review; Optical gas sensing: a review", MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP, BRISTOL, GB, vol. 24, no. 1, 28 November 2012, (2012-11-28), page 12004, XP020236617, ISSN: 0957-0233, DOI: 10.1088/0957-0233/24/1/012004 page 20, lines 9-12 page 23, right-hand column, line 27 - page 27, left-hand column, line 8 page 39, left-hand column - page 42, left-hand column page 47; table 8 page 19, right-hand column, line 16 - page 20, left-hand column, line 12

US-B2-8071068

(57) Устройство и способ непрерывного измерения концентрации сероводорода в газовом потоке с помощью съемного устройства, которое можно временно подсоединять к установке, производящей указанный газовый поток, причем способ включает этап измерения поглощения электромагнитного излучения указанным газовым потоком. Указанное устройство и указанный способ могут применяться, в частности, для измерения концентрации сероводорода в газовом потоке, образующемся в ходе этапа сульфирования катализатора гидроочистки.

B1**043395****043395 B1**

Область техники

Изобретение относится к технической области устройств и способов, применяющихся для измерения концентрации сероводорода в выходящем газовом потоке, в частности, когда газовый поток выходит из реактора, применяющегося для гидроочистки нефтепродуктов.

Уровень техники

Гидроочистка представляет собой способ, применяющийся главным образом для очистки нефти, его целью является удаление примесей, таких, например, как сера, содержащаяся в нефтяных фракциях, поступающих с перегонки сырой нефти. Установка гидроочистки включает в себя реактор, имеющий две подводящие линии, одна из которых предназначена для введения нефтяной фракции, а другая для введения водорода под давлением. Реактор содержит катализатор, облегчающий превращение сернистых соединений в сероводород H_2S .

При таком способе необходимо провести сульфирование катализатора гидроочистки, который чаще всего выпускается в продажу в неактивной форме, состоящей из оксидов металлов группы 6 в комбинации с оксидами металлов групп 9 и/или 10, причем эти оксиды нанесены на твердую пористую подложку, например оксид алюминия. Операцию сульфирования проводят при каждой замене катализатора, ее целью является превратить оксиды металлов в сульфиды, которые являются активными соединениями в реакции гидроочистки. Для этого, как известно, катализатор приводят в контакт с источником серы, таким как диметилдисульфид (DMDS). Под действием температуры и высокого давления диметилдисульфид разлагается на сероводород, который реагирует с катализатором, в результате чего образуются желательные сульфиды металлов. Обнаружение сероводорода, образующегося при сульфировании катализатора, необходимо, так как это позволяет оценить глубину реакции сульфирования. С другой стороны, желательно минимизировать количество сероводорода, выделяющегося при реакции сульфирования. Кроме того, в настоящее время измерение концентрации сероводорода осуществляется рабочими нефтеперерабатывающих заводов, по возможности каждый час, в условиях, которые могут быть опасными, в частности, ввиду токсичности сероводорода (H_2S). Поэтому стремились найти устройство и метод, которые позволяли бы осуществлять надежное и более частое измерение в условиях повышенной безопасности.

Существуют встроенные устройства измерения концентрации сероводорода в газовых потоках с установок, осуществляющих окисление сероводорода в серу, называемых установками Клауса. Они описаны, например, в документах FR 2778743 и FR 2944456. Однако эти устройства предназначены для постоянного нахождения на установках, производящих поток, содержащий сероводород. Их невозможно легко демонтировать, чтобы быстро использовать на другой установке Клауса.

Документ CN 203595659U описывает устройство измерения концентрации сероводорода в газовом потоке, принцип действия которого основан на лазерном спектроскопическом анализе. Однако, это устройство требует использования газа для инертизации лазерного оборудования, то есть газа, который не поддерживает горение анализируемого газа и который делает измерительное устройство взрывобезопасным. Однако, использование инертизирующего газа делает устройство сложным.

Поэтому стремятся создать измерительное устройство, которое можно было бы легко переносить с одного места на другое и которое не требует использования инертизирующего газа.

Документ US 8,163,242 описывает устройство измерения концентрации химических веществ, содержащихся в газах, образующихся при разложении отходов, присутствующих на свалках. Однако этот документ не приводит никакой информации о методе, применяющемся для измерения конкретно концентрации сероводорода. Кроме того, это измерительное устройство, по-видимому, использует электрохимический метод, который не подходит для измерения повышенных концентраций без использования газа-разбавителя. Аналитическое оборудование в этом документе представляет собой "химический анализатор", который принципиально предполагает необратимую химическую реакцию и, следовательно, частую замену химических датчиков.

Документ WO 2014/144038 описывает устройство измерения в реальном времени концентрации сероводорода в установке гидроочистки нефтепродуктов. Это устройство является переносным и временно подсоединяется к выпускному трубопроводу установки гидроочистки. Предпочтительно, измерение основано на химической реакции, протекающей между ацетатом свинца и сероводородом. Ацетат свинца осаждают на бумажную ленту, что придает ей белый цвет. В ходе химической реакции образуется сульфид свинца черного цвета. Степень почернения бумажной ленты пропорциональна количеству сероводорода, прошедшего через измерительную систему. Тем не менее, эта измерительная система имеет следующие недостатки:

Необходима диффузионная камера, предназначенная для разбавления, например, азотом газа, в котором желательно измерить концентрацию сероводорода. Газ-разбавитель может происходить из локальной сети или поставляться с переносным анализатором. Использование азота с нефтеперерабатывающего завода может привести к погрешности анализа из-за загрязняющих примесей, образующихся в процессах, осуществляемых на нефтезаводе.

Замена использованной бумаги новой бумагой, пропитанной ацетатом свинца, осуществляется оператором. Однако ацетат свинца относится к канцерогенным, и/или мутагенным и/или токсичным для

репродуктивной системы химическим веществам (вещества, называемые "CMR"). Каждая замена бумаги подвергает оператора контакту с ацетатом свинца, что представляет риск для его здоровья.

Это устройство не позволяет поддерживать хорошую точность измерения концентрации H_2S во времени на большом диапазоне концентраций от 0 до 30000 ч./млн.

В обсуждаемом документе указано также, что обнаружение сероводорода можно также осуществлять электрохимическим способом.

Документ CN 101782514 описывает устройство измерения концентрации сероводорода в природном газе перед и после десульфирования. Это устройство содержит часть, жестко закрепленную на установке, через которую циркулирует газ, содержащий H_2S , и съемную часть, которую можно подсоединять к указанной неподвижной части. Неподвижная часть содержит:

измерительную камеру, в которой осуществляется измерение поглощения газом лазерного излучения;

манометр и дроссельный вентиль, позволяющие поддерживать давление анализируемого газа при рабочем давлении измерительной камеры.

Съемная часть содержит:

устройство генерации лазерного излучения и

устройство обработки оптического сигнала, выходящего из измерительной камеры.

Эта часть является съемной, так как она может соединяться с неподвижной частью с помощью двух оптических волокон. Следовательно, в указанном документе съемной является только часть, предназначенная для создания лазерного излучения и обработки сигнала.

Поэтому уже давно в данной области техники стремятся разработать переносное устройство для точного непрерывного измерения концентрации сероводорода в газовом потоке, обычно в диапазоне от 100 ч./млн до 50000 ч./млн по объему, предпочтительно от 100 ч./млн до 30000 ч./млн, которое можно было бы временно подсоединять к трубопроводу для этого газового потока и в котором не использовался бы газ-разбавитель. Предпочтительно, это устройство не должно требовать использования опасных химических веществ, в том числе типа CMR (Carcinogenic Mutagenic Reprotoxic). Также предпочтительно, это устройство не должно требовать введения инертизирующего газа.

Сущность изобретения

Объектом изобретения является комплект для измерения концентрации сероводорода в газе, который может его содержать, причем указанный комплект включает в себя различные модули, которые могут соединяться друг с другом, и указанные модули следующие:

измерительный модуль А, содержащий измерительную камеру М, в которой производится измерение поглощения газом монохроматического электромагнитного излучения;

расширительный модуль В, позволяющий довести давление анализируемого газа до рабочего давления измерительного модуля;

модуль С регулирования давления, способный поддерживать давление газа в измерительной камере на уровне, соответствующем диапазону рабочих давлений измерительного модуля;

модуль D обработки результатов измерения поглощения, позволяющий получить концентрацию сероводорода в газе, а также

средства, позволяющие соединять модули друг с другом.

Газ, концентрацию сероводорода в котором хотят определить, обычно является невоспламеняющимся.

Согласно одному варианту осуществления, электромагнитное излучение является инфракрасным излучением с фиксированной длиной волны, испускаемое лазером, предпочтительно с длиной волны от 780 нм до 3000 нм.

Согласно одному варианту осуществления, электромагнитное излучение является монохроматическим излучением в диапазоне длин волн ультрафиолетового или видимого спектра, предпочтительно в диапазоне длин волн от 100 нм до 380 нм или от 380 нм до 780 нм, соответственно.

Согласно одному варианту осуществления,

расширительный модуль В имеет впускную линию (2), принимающую анализируемый газ, и выпускную линию (3), соединенную с впускной линией (4) измерительного модуля А;

измерительный модуль А соединен по току (9) с модулем обработки D;

модуль регулирования С соединен механически с измерительным модулем А (5, 7) и с линией (8), выводящей газ наружу комплекта.

Согласно одному варианту осуществления, расширительный модуль В позволяет довести давление анализируемого газа до рабочего давления измерительного модуля, составляющего от 500 гПа (0,5 бар) до 2000 гПа (2 бар) (изб.).

Согласно одному варианту осуществления,

масса измерительного модуля А меньше или равна 60 кг, предпочтительно меньше или равна 55 кг, более предпочтительно меньше или равна 50 кг;

масса расширительного модуля В меньше или равна 20 кг, предпочтительно меньше или равна 15 кг, более предпочтительно меньше или равна 10 кг;

масса модуля регулирования С меньше или равна 20 кг, предпочтительно меньше или равна 15 кг, более предпочтительно меньше или равна 10 кг;

масса модуля обработки D меньше или равна 50 кг, предпочтительно меньше или равна 40 кг, более предпочтительно меньше или равна 35 кг.

Комплект может применяться для измерения концентрации сероводорода в газе, который может его содержать, причем указанный газ содержит по меньшей мере 50 об.% водорода. Газ, который может содержать сероводород, может быть газом, выходящим из реактора, применяющегося для очистки углеводородов с процессов нефтепереработки, или с процессов нефтехимии.

Объектом изобретения является также способ непрерывного измерения концентрации сероводорода в выходящем газовом потоке с помощью съемного устройства, которое можно временно подключать к установке, производящей указанный газовый поток, причем способ включает этап измерения поглощения газовым потоком монохроматического электромагнитного излучения. В указанном способе измерения может использоваться вышеописанный комплект, причем концентрацию сероводорода измеряют после монтажа комплекта на установке. По окончании операции съемное устройство можно легко демонтировать с установки и вернуть в форму комплекта, чтобы позднее снова смонтировать на другой установке, на которой должно быть осуществлено измерение этого же типа.

Согласно одному варианту осуществления, электромагнитное излучение является инфракрасным излучением фиксированной длины волны, испускаемой лазером, предпочтительно длины волны от 780 нм до 3000 нм.

Согласно одному варианту осуществления, электромагнитное излучение является монохроматическим излучением в диапазоне длин волн ультрафиолетового или видимого спектра, предпочтительно в диапазоне длин волн от 100 нм до 380 нм, или от 380 нм до 780 нм, соответственно.

Согласно одному варианту осуществления, способ непрерывного измерения концентрации сероводорода в газе, который может его содержать, включает применение, в качестве устройства, комплекта согласно изобретению.

Согласно одному варианту осуществления, газ является газовым потоком, выходящим из реактора, использующегося для очистки водородом углеводородов с процессов рафинирования или нефтехимии.

Согласно одному варианту осуществления, указанный способ применяется для мониторинга глубины продвижения и/или для обнаружения окончания этапа сульфирования катализатора гидроочистки.

Наконец, объектом изобретения является установка, в которой может образовываться газовый поток, содержащий сероводород, отличающаяся тем, что она включает в себя устройство, полученное монтажом комплекта согласно изобретению.

Описание фигуры

Фигура схематически показывает, в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения, подсоединение устройства по изобретению к выходу установки гидроочистки, а также соединения разных модулей друг с другом.

Описание вариантов осуществления изобретения

Устройство согласно изобретению имеет вид комплекта, содержащего различные модули, которые могут соединяться между собой, причем эти модули следующие:

измерительный модуль А, содержащий измерительную камеру М, в которой производится измерение поглощения газом монохроматического электромагнитного излучения;

расширительный модуль В, позволяющий довести давление анализируемого газа до рабочего давления измерительного модуля;

модуль С регулирования давления, способный поддерживать давление газа в измерительной камере на уровне, соответствующем диапазону рабочих давлений измерительного модуля;

модуль D обработки результатов измерения поглощения, позволяющий получить концентрацию сероводорода в газе, а также

средства, позволяющие соединять модули друг с другом.

Описание расположения различных модулей в комплекте согласно одному варианту осуществления изобретения проводится со ссылкой на фигуру.

Измерительный модуль А содержит впускную линию (4), которая может быть соединена механически с выпускной линией (3) расширительного модуля В, и выпускную линию (5), которая может механически соединяться с линией (7) модуля регулирования С. Измерение концентрации сероводорода проводится в измерительной камере М в соответствии с известным принципом спектрофотометрии. Согласно этому принципу, через вещество пропускают электромагнитное излучение и измеряют поглощение этого электромагнитного излучения веществом. Эта измерительная камера состоит из емкости из нержавеющей стали, обычно трубчатой формы и длиной от 5 до 80 см, предпочтительно от 10 до 50 см. Измерительная камера содержит источник, испускающий электромагнитное излучение, и датчик этого излучения, превращающий излучение в электрический сигнал. Светодиод и датчик могут быть закреплены на стенках измерительного элемента напротив друг друга или рядом. В последнем случае электромагнитное излучение отражается от зеркала, которое возвращает излучение к датчику. Эта конфигурация увеличивает оптический путь и чувствительность измерения. Выбор той или иной конфигурации зависит от дли-

ны волны электромагнитного излучения и от коэффициента поглощения излучения сероводородом, а также от выбранного диапазона измерений концентрации сероводорода. Факультативно, источник электромагнитного излучения и датчик можно вынести из измерительной камеры, добавив два оптоволоконка, чтобы доставить электромагнитное излучение от источника до измерительной камеры и вернуть это же излучение, после поглощения, к датчику.

Электромагнитное излучение может представлять собой:

излучение лазера, испускаемое в инфракрасной области на фиксированной длине волны в интервале от 780 нм до 3000 нм, или

монохроматическое электромагнитное излучение, испускаемое в диапазоне ультрафиолетового или видимого спектра, то есть в диапазоне длин волн от 100 нм до 380 нм или от 380 нм до 780 нм, соответственно.

Можно использовать инфракрасный лазерный анализатор модели "SS2100 TDL Gas Analyser" производства компании Spectra Sensor, или анализатор излучения в диапазоне УФ/видимый спектр, модели "OMA-300 Hydrogen Sulfide Analyzer" производства компании Applied Analytics.

Модуль А обычно имеет массу меньше или равную 60 кг, предпочтительно меньше или равную 55 кг, более предпочтительно меньше или равную 50 кг.

Расширительный модуль В содержит:

впускную линию (2), которая может соединяться механически с линией (1), которая, в свою очередь, установлена на ответвлении линии выпуска газов из реактора гидроочистки,

выпускную линию (3) которая может соединяться механически с впускной линией (4) измерительного модуля А. Ее задачей является снизить давление газа до рабочего давления измерительного модуля, которое обычно составляет от 500 ГПа до 2000 ГПа,

факультативно, выпускную линию (10), используемую для сброса избыточного давления, не совместимого с рабочим давлением измерительного модуля, которое обычно составляет от 500 ГПа до 2000 ГПа. Эта линия играет роль предохранительного устройства.

Масса расширительного модуля В обычно меньше или равна 20 кг, предпочтительно меньше или равна 15 кг, более предпочтительно меньше или равна 10 кг.

Модуль регулирования С имеет впускную линию (6), которая факультативно может быть механически соединена с линией (10) и двумя линиями (7,8). Одна из двух линий (8) представляет собой трубопровод для отвода газа или служит для доставки газа к устройству деструкции газа, такому как факел, обеспечивающий сжигание газа. Другая линия (7) способна принимать газ, выходящий из модуля А измерения анализируемого газа. Модуль регулирования позволяет устанавливать давление в измерительной камере модуля А на уровне, соответствующем диапазону рабочих давлений измерительного модуля. Если давление ниже нижнего предела диапазона рабочих давлений, расширительный модуль В направляет газ в измерительную камеру по линии (3). Если давление превышает верхний предел диапазона рабочих давлений, газ нагнетают в линию (10), а затем в линию (8) отвода или деструкции газа. Линия (8) принимает также газ из измерительного модуля А, когда последний работает в диапазоне его рабочего давления.

Модуль регулирования С обычно имеет массу, меньше или равную 20 кг, предпочтительно меньше или равную 15 кг, более предпочтительно меньше или равную 10 кг.

Модуль D обработки спектроскопического сигнала соединен по току с модулем В посредством электрического соединения (9). Он преобразует результат измерения поглощения, поступающий от модуля А, в концентрацию сероводорода. В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения мгновенное содержание сероводорода может быть указано на экране, предпочтительно встроенном в модуль D.

Модуль обработки D обычно имеет массу меньше или равную 50 кг, предпочтительно меньше или равную 40 кг, более предпочтительно меньше или равную 35 кг.

Результаты анализа, генерированные модулем D обработки, могут быть переданы, во время или после анализа, полностью или частично, на компьютер с помощью беспроводной связи, например, типа Wi-Fi, BlueTooth и др., или с помощью волоконно-оптической системы передачи через карту памяти.

Каждый из модулей А и D может находиться в толстом взрывобезопасном металлическом корпусе в соответствии со стандартом 94/9/ЕС, то есть при возможном взрыве он останется заключенным внутри корпуса, который не будет поврежден.

Выходящий газовый поток, содержащий анализируемый сероводород, может быть газом, выходящим с реактора гидроочистки НДТ. Выходящий газ обычно содержит от 100 до 50000 объемных ч./млн сероводорода, предпочтительно от 100 до 30000 объемных ч./млн, более предпочтительно от 1000 до 20000 объемных ч./млн.

На выходе реактора гидроочистки этот газовый поток, богатый водородом, отделяют от жидких углеводородов в резервуаре, в котором жидкие соединения собираются внизу, а неконденсирующиеся газы отбираются сверху. Эти газы, как правило, снова сжимают в компрессоре, чтобы снова ввести в цикл до реактора или реакторов гидроочистки. Эти газы и составляют выходящий газовый поток, содержание сероводорода в котором стремятся узнать. Для этого на ответвлении основного потока газа размещают

линию, заканчивающуюся соединительной линией (1). Эта линия (1) соединена с впускной линией (2) модуля В. Таким образом, анализируемый газ доставляется в расширительный модуль В через впускную линию (2), а затем передается по выпускной линии (3) в измерительный модуль А, содержащий измерительную камеру М. Затем он направляется в модуль регулирования С. Он выводится из модуля регулирования С и направляется на факел (Т) для сжигания. Модуль регулирования С поддерживает давление газа в измерительном модуле на постоянном значении, регулируя количество газа, направляемого в измерительную камеру М, и количество газа, направляемого на факел Т. В случае если анализируемый газ находится в линии (1) при давлении, совместимом с рабочим давлением измерительного модуля А, расширительный модуль будет необязательным.

Соединения между модулями А, В и С, а также соединения для подключения к точке отбора газа (1), а также к отводящей линии на факел Т, обеспечиваются гибкими шлангами, которые могут выдерживать давление максимум 25 МПа. Они снабжены быстросменными штуцерами и задвижками, предусмотренными для частого соединения и разъединения.

Модуль D соединен с модулем А электрическими кабелями.

Согласно одному варианту осуществления, модули А и D объединены в одном и том же корпусе, к которому подсоединяются модули В и С.

Согласно одному варианту осуществления, модули А и С объединены в том же корпусе, к которому подсоединяются модули В и D.

Согласно одному варианту осуществления, модули А, С и D объединены в одном и том же корпусе, к которому подсоединяется модуль В.

Устройство согласно изобретению можно легко подсоединять без размыкания схемы, что снижает риск воздействия на оператора опасных газов.

В рамках сульфирования катализатора гидроочистки DMDS вводят с расходом, требуемым на нефтеперерабатывающих заводах, в течение всего процесса активации катализатора, который длится обычно 1-2 дня, и одновременно с введением DMDS используют устройство согласно изобретению, чтобы измерять и отслеживать повышение концентрации сероводорода во времени. Когда сравнение концентрации сероводорода с количеством введенного DMDS показывает, что сера больше не связывается катализатором, это означает, что больше не имеет смысла продолжать вводить DMDS.

Устройство согласно изобретению имеет следующие преимущества:

а) Его можно отсоединять от установки, производящей выходящий газовый поток, содержащий сероводород, после осуществления измерения концентрации и быстро перенести в другое место, чтобы использовать там. Устройство согласно изобретению характеризуется тем, что его можно легко перевозить на грузовике, самолете, автомобиле или корабле, благодаря его небольшому весу (например, 2 модуля менее 50 кг каждый и 2 модуля менее 10 кг каждый) и благодаря его сниженным габаритам, то есть обычно менее 800 мм × 600 мм × 400 мм. Его может также переносить человек, не прибегая к манипулятору.

б) Оно является "автономным" в том смысле, что оно не требует использования какого-то другого газа, кроме газа, являющегося объектом анализа. В частности:

оно не требует газа-носителя, что является преимуществом по сравнению с хроматографическими методами измерения в газовой фазе, которые требуют использования водорода или гелия;

оно не требует обязательного использования инертизирующего газа, чтобы соответствовать правилам АТЕХ (ATmospheres Explosives), относящимся к устройствам, предназначенным для применения во взрывоопасной атмосфере;

оно не требует использования газа-разбавителя, в отличие от электрохимических методов измерения или измерения через реакцию сероводорода и ацетата свинца, какие упомянуты в документе WO 2014/144038.

с) Устройство характеризуется низкой погрешностью измерения (<100 ч./млн) на всем диапазоне измерений, желательном для применения в гидроочистке, в отличие от методов, требующих газаразбавителя, какие основаны на использовании бумаги, пропитанной ацетатом свинца.

д) Оно позволяет непрерывный анализ концентрации сероводорода, с частотой измерения в диапазоне от 5 до 30 секунд, в зависимости от расхода анализируемого газа. Благодаря этому непрерывному измерению нефтепереработчики смогут быстрее реагировать на отклонения содержания сероводорода, чтобы скорректировать, например, расход вводимого DMDS. В результате предотвращаются образование повышенных концентраций сероводорода, выше 3 об.%, неблагоприятных для секции сжатия, и слишком низких концентраций, ниже 0,1%, которые могут привести к повреждению катализатора, когда температура реактора превысит 250°C.

е) Оно не требует использования опасных химических соединений, таких, как ацетат свинца.

ф) Оно соответствует нормам АТЕХ (европейские стандарты по взрывобезопасности или невоспламеняемости), будучи одновременно легко транспортабельным и малогабаритным. Действительно, поставщики промышленного аналитического оборудования предлагают только стационарное и крупногабаритное оборудование, которое отвечает как минимум норме АТех II 2G Ex d II В+H2Т4. Классификация АТЕХ на оборудование основана на европейской директиве 94/9/ЕС.

Комплект согласно изобретению соответствует пункту "р" (исключение взрывоопасной атмосферы) классификации АТЕХ, и/или пункту "е" (исключение источника воспламенения), и/или пункту "d" (взрывобезопасное вещество, нераспространение возгорания). Предпочтительно, комплект согласно изобретению отвечает по меньшей мере пункту "d" классификации АТЕХ благодаря применению взрывобезопасных корпусов вокруг модулей А и D.

Изобретения было описано выше на примере измерения сероводорода в газовом потоке, выходящем с установки гидроочистки нефтяных фракций. Однако изобретение не ограничено этим назначением и может применяться в процессах переработки нефти, в которых используется водород для очистки углеводородов. Оно может применяться также для измерения количества сероводорода, присутствующего в газовом потоке, выходящем с установки, в которой применяется реакция каталитического окисления сероводорода в серу (реакция Клауса). Оно может также применяться в нефтехимии или в процессах превращения натуральных продуктов ("биорафинирование"). Оно может применяться также в промышленных областях, где образуется сероводород, таких как обработка сточных вод, доменные печи, бумажное производство, кожевенное производство.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Переносной комплект для измерения концентрации сероводорода в газе, который может его содержать, причем указанный газ содержит по меньшей мере 50 об.% водорода, и указанный комплект содержит отделенные модули, которые могут быть соединены друг с другом, и указанные модули следующие:

измерительный модуль А, содержащий измерительную камеру М, в которой производится измерение поглощения газом монохроматического электромагнитного излучения;

расширительный модуль В, позволяющий довести давление анализируемого газа до рабочего давления измерительного модуля;

модуль С регулирования давления, способный поддерживать давление газа в измерительной камере на значении, находящемся в диапазоне значений рабочих давлений измерительного модуля;

модуль D обработки результатов измерения поглощения, позволяющий определить концентрацию сероводорода в газе, а также

средства, позволяющие соединять модули друг с другом, причем:

расширительный модуль В имеет впускную линию (2), принимающую анализируемый газ, и выпускную линию (3), соединенную с впускной линией (4) измерительного модуля А;

измерительный модуль А электрически соединен (9) с модулем обработки D;

модуль регулирования С соединен механически с измерительным модулем А (5, 7) и с трубой (8), выводящей газ наружу комплекта.

2. Комплект по п.1, в котором электромагнитное излучение является инфракрасным излучением фиксированной длины волны, испускаемой лазером, предпочтительно длины волны от 780 нм до 3000 нм.

3. Комплект по п.1, в котором электромагнитное излучение является монохроматическим излучением в диапазоне длин волн ультрафиолетового или видимого спектра, предпочтительно в диапазоне длин волн от 100 нм до 380 нм, или от 380 нм до 780 нм, соответственно.

4. Комплект по одному из предыдущих пунктов, в котором расширительный модуль В позволяет довести давление анализируемого газа до рабочего давления в измерительном модуле, составляющем от 500 гПа (0,5 бар) до 2000 гПа (2 бар) (изб.).

5. Комплект по одному из предыдущих пунктов, в котором:

масса измерительного модуля А меньше или равна 60 кг, предпочтительно меньше или равна 55 кг, более предпочтительно меньше или равна 50 кг;

масса расширительного модуля В меньше или равна 20 кг, предпочтительно меньше или равна 15 кг, более предпочтительно меньше или равна 10 кг;

масса модуля регулирования С меньше или равна 20 кг, предпочтительно меньше или равна 15 кг, более предпочтительно меньше или равна 10 кг;

масса модуля обработки D меньше или равна 50 кг, предпочтительно меньше или равна 40 кг, более предпочтительно меньше или равна 35 кг.

6. Способ непрерывного измерения концентрации сероводорода в выходящем газе, причем указанный газ содержит по меньшей мере 50 об.% водорода, с помощью съемного устройства, которое выполнено с возможностью временного подсоединения к установке, производящей указанный выходящий газ, причем способ включает этап измерения поглощения выходящим газом монохроматического электромагнитного излучения, причем указанное устройство представляет собой комплект по любому из пп.1-5.

7. Способ по п.6, в котором электромагнитное излучение является инфракрасным излучением с фиксированной длиной волны, испускаемой лазером, предпочтительно длиной волны от 780 нм до 3000 нм.

8. Способ по п.6, в котором электромагнитное излучение является монохроматическим излучением

в диапазоне длин волн ультрафиолетового или видимого спектра, предпочтительно в диапазоне длин волн от 100 нм до 380 нм, или от 380 нм до 780 нм, соответственно.

9. Способ непрерывного измерения концентрации сероводорода в газе, который может его содержать, по одному из пп.6-8, включающий применение, в качестве устройства, комплекта по одному из пп.1-5.

10. Способ измерения по одному из пп.6-9, в котором газ является выходящим газом из реактора, применяющегося для очистки водородом углеводородов из процессов нефтепереработки или из процессов нефтехимии.

11. Способ измерения по одному из пп.6-9, применяющийся для мониторинга глубины этапа сульфирования катализатора гидроочистки и/или для того, чтобы убедиться в окончании указанного этапа.

12. Установка для гидроочистки нефтяных фракций, для процессов переработки нефти, в которых используется водород для очистки углеводородов, для проведения реакции каталитического окисления сероводорода в серу, для использования в нефтехимии или биопереработке, в которой может образовываться газовый поток, содержащий сероводород, отличающаяся тем, что она включает в себя устройство, полученное монтажом комплекта по одному из пп.1-5, для измерения концентрации сероводорода в газе, который может его содержать, причем указанный газ содержит по меньшей мере 50 об.% водорода.

13. Установка по п.12, в которой газ, который может содержать сероводород, является выходящим газом из реактора, применяющегося для очистки углеводородов из процессов нефтепереработки или из нефтехимических процессов.

