

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036344**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.29

(51) Int. Cl. **G01N 21/3577 (2006.01)**
G02B 6/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800595

(22) Дата подачи заявки
2018.12.05

(54) **СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР НЕФТИ**

(43) **2020.06.30**

(56) RU-U1-178357
GB-A-2423817
US-B1-6289149
US-B2-8541743

(96) **2018000154 (RU) 2018.12.05**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КОРСАКОВ ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ
(RU)**

(72) Изобретатель:
**Корсаков Виктор Сергеевич,
Корсаков Александр Сергеевич (RU)**

(57) Изобретение относится к области физико-химических методов анализа, в частности к инфракрасной спектроскопии определения состава смесей нефтепродуктов. Предлагается спектральный анализатор нефти, содержащий источник инфракрасного излучения, соединенный с источником питания, параболический рефлектор, пробоотборник, состоящий из двух плоскопараллельных пластин, с пробой нефтесодержащей смеси, коллиматор, соединенный с приемным концом волоконно-оптической сборки, состоящей из кварцевых волокон, при этом выходной конец волоконно-оптической сборки разделен на оптические каналы, имеющие равное количество волокон, причем по крайней мере один канал является опорным, концы оптических каналов через оптические фильтры связаны с фотоприемниками, на выходе которых получают электрический сигнал с получением его изображения на экране дисплея после компьютерной обработки, отличающийся тем, что конец волоконно-оптической сборки разделен на одиннадцать оптических каналов, соединенных с одиннадцатью фотоприемниками через одиннадцать оптических фильтров соответственно, причем три оптических канала являются опорными, а волоконно-оптическая сборка дополнительно содержит волокна, выполненные из галогенида серебра, причем соотношение кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра равно 1:2 и их общее количество составляет не менее 110, при этом две плоскопараллельные пластины пробоотборника выполнены из синтетического алмаза. Предлагаемый спектральный анализатор нефти позволяет определить количественное содержание серосодержащих соединений в нефтяной смеси в режиме поточного контроля за счет повышения чувствительности прибора.

B1

036344

036344

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области физико-химических методов анализа, в частности к инфракрасной спектроскопии определения состава смесей нефтепродуктов.

Предшествующий уровень техники

В настоящее время обводненность продукции нефтедобывающих скважин достигла в среднем 75% (при подсчете учтены скважины в разных странах мира). Среди непрерывных способов контроля обводнённой нефти различают два, разделяемые по принципу измеряемых физических величин среды: оптические и электрические. Недостатком способов, основанных на измерении электрических величин, является низкая чувствительность в случае высокой доли газовой фазы в исследуемых образцах. Оптические способы основаны на регистрации пиков поглощения присущих непосредственно детектируемым элементам, в независимости от их агрегатного состояния, и обеспечивают значительное преимущество по точности и скорости анализа. Необходимо отметить, что вторым после воды спутником нефти является сера, при этом её содержание может достигать 14 об.% (Магеррамов А.М., Ахмедова Р.А., Ахмедова Н.Ф. "Нефтехимия и нефтепереработка", Баку: Ба-кы Университета, 2009, с. 660, с. 340-353). Сера в нефти и нефтепродуктах присутствует частью в виде элементной серы, а в основном в виде различных соединений - сероводорода, меркаптанов, сульфидов, дисульфидов, тиофенов и тиофанов. Количественное содержание серы является одной из существенных технологических характеристик нефти, вследствие высокой коррозионной активности сернистых соединений. Серосодержащие соединения наносят существенный вред, как при переработке нефти, так и при использовании нефтепродуктов, в частности наличие серы в топливах отрицательно сказывается на их эксплуатационных характеристиках. Кроме этого, при сгорании сернистых соединений выделяются SO_2 и SO_3 , который при гидратации образуют сернистую и серную кислоты. Кислоты способствуют коррозии стенок цилиндров и других частей оборудования. Попадание серной кислоты в масла приводит к образованию смолистых продуктов и, как следствие, нагара, ускоряющего износ двигателя. В связи с вышесказанным содержание серы и ее соединений является одной из основных качественных характеристик, как сырой нефти, так и получаемых нефтепродуктов.

В настоящее время инфракрасная спектроскопия является одним из основных способов анализа нефти и нефтепродуктов. При ее использовании для определения количественного состава природных смесей не происходит разрушение веществ, что не затрудняет их дальнейшее использование. Изменение солености и наличие газовых фракций также не оказывают существенного влияния на точность измерений в связи с тем, что способ основан на детектировании интенсивности характеристических пиков поглощения химических связей на определенных длинах волн, которые не меняют своего положения. Применение волоконно-оптических каналов доставки позволяет расширить области применения способа и реализовать промышленные поточные датчики контроля химического состава и концентрации, востребованные на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих станциях.

Известен многоканальный инфракрасный датчик для измерения фазового состава многокомпонентного потока, в частности потока нефтепродуктов, содержащий инфракрасный излучатель, соединенный с источником питания, параболический рефлектор, пробоотборник, состоящий из двух плоскопараллельных сапфировых пластин, с пробой нефтепродуктов, коллиматор, соединенный с приемным концом волоконно-оптической сборки, состоящей из кварцевых волокон, при этом выходной конец волоконно-оптической сборки разделен на оптические каналы, имеющие равное количество волокон, причем по крайней мере один канал является опорным, концы оптических каналов через оптические фильтры связаны с фотодиодами, на выходе которых получают электрический сигнал, передаваемый на компьютерную обработку с получением изображения на дисплее (патент GB 2423817; МПК G01N 21/25, G01N 33/28; 2006 г.).

Недостатком прибора является его низкая точность, в частности невозможность определения серосодержащих компонентов ввиду недостаточно высокой чувствительности.

Прототипом предлагаемого устройства является инфракрасный оптический датчик для определения концентрации нефти и воды в многокомпонентном жидком потоке в присутствии ингибитора гидратов, работа которого основана на различиях в поглощении нефтью, водой и ингибитором ближнего инфракрасного излучения. Датчик представляет собой инфракрасную оптическую волоконную систему и содержит широкополосный инфракрасный источник, в частности вольфрамовую галогенную лампу, соединенный с линией электропитания и расположенный на противоположной стороне области выборки из коллиматора, соединенного с корпусной частью с помощью оптических выходов, соединенных с ним посредством общего соединителя. Таким образом, известный датчик содержит источник инфракрасного излучения, параболический (эллиптический) отражатель для направления света от источника, первое и второе сапфировые окна, коллиматор и оптические выходы, которые соединяют коллиматор с инфракрасными фильтрами (патент US 9002650; МПК G01F 1/74, G01N 21/35, G01F 1/44, G01F 1/88, G01N 21/359, G01N 21/3577; 2015 г.).

Недостатком прибора является невозможность определения серосодержащих компонентов ввиду недостаточно высокой чувствительности.

Таким образом, существующие инфракрасные оптические датчики (анализаторы) позволяют про-

вести одновременный анализ содержания воды и нефти в смеси нефтепродуктов путем регистрации оптических сигналов, проходящих через проточный пробоотборник. Однако, несмотря на то, что одним из основных компонентов, загрязняющих нефть, являются серосодержащие соединения, известные в настоящее время конструкции инфракрасных спектральных анализаторов не позволяют определить их концентрацию в непрерывном режиме движения потока через трубопровод.

Целью настоящего изобретения является разработка конструкции спектрального анализатора нефти, обеспечивающего возможность определения серосодержащих соединений в режиме поточного контроля.

Сущность изобретения

Задача изобретения состоит в создании спектрального анализатора нефти, обеспечивающего возможность определения концентрационного содержания нефти, воды и серосодержащих соединений в режиме поточного контроля.

Технический результат состоит в повышении чувствительности анализатора.

Поставленная задача решена в предлагаемой конструкции спектрального анализатора нефти, содержащего источник инфракрасного излучения, соединенный с источником питания, параболический рефлектор, пробоотборник, состоящий из двух плоскопараллельных пластин, с пробой нефтесодержащей смеси, коллиматор, соединенный с приемным концом волоконно-оптической сборки, состоящей из кварцевых волокон, при этом выходной конец волоконно-оптической сборки разделен на оптические каналы, имеющие равное количество волокон, причем по крайней мере один канал является опорным, концы оптических каналов через оптические фильтры связаны с фотоприемниками, на выходе которых получают электрический сигнал с получением его изображения на экране дисплея после компьютерной обработки, отличающийся тем, что конец волоконно-оптической сборки разделен на одиннадцать оптических каналов, соединенных с одиннадцатью фотоприемниками через одиннадцать оптических фильтров, соответственно, причем три оптических канала являются опорными, а волоконно-оптическая сборка дополнительно содержит волокна, выполненные из галогенида серебра, причем соотношение кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра равно 1:2 и их общее количество составляет не менее 110, при этом две плоскопараллельные пластины пробоотборника выполнены из синтетического алмаза.

Исследования, проведенные авторами, выявили возможность определения количественного содержания серосодержащих соединений в нефтяной смеси. Использование одиннадцати оптических каналов позволило увеличить используемый диапазон сигналов от 2.0 до 10.0 мкм с учетом того, что в этом диапазоне оптические волокна, в состав которых входят волокна из галогенида серебра, прозрачны. Авторами установлено, что наиболее интенсивный пик поглощения воды находится в области 3.0 и 6.0 мкм, нефти - 3,4 мкм, а серосодержащие соединения, представленные в нефти в виде серосодержащих углеводородов: тиофенов и тиофанов, идентифицируются по полосе поглощения в области 8.0 мкм, соответствующей колебаниям серы в пятичленном кольце. Необходимо отметить, что передача сигнала о пике поглощения серосодержащих соединений с использованием кварцевых волокон, прозрачных в области от 0.4 до 2.2 мкм, невозможна. Исследования, проведенные авторами, выявили перспективность использования оптического волокна, содержащего волокна из галогенида серебра. При этом предлагаемое авторами соотношение кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра, равное 1:2, обеспечивает необходимый уровень прозрачности с сохранением срока длительности службы оптических волокон. Расширение диапазона сигналов поглощения обуславливает изготовление плоскопараллельных пластин пробоотборника из синтетического алмаза, прозрачного в используемом диапазоне. Данные, проведенных исследований, свидетельствуют о значительном увеличении чувствительности прибора, и, как следствие, о возможности определения количественного содержания серосодержащих соединений в нефтяной смеси.

Перечень фигур

На фиг. 1 изображена функциональная схема предлагаемого спектрального анализатора нефти, где 1 - источник инфракрасного излучения (γ 2.0-10.0 мкм), соединенный с электрическим источником питания (на схеме не показан); 2 - параболический рефлектор; 3 - пробоотборник, выполненный из двух плоскопараллельных пластин из синтетического алмаза (3.1, 3.2) с регулируемым зазором; 4 - коллиматор; 5 - волоконно-оптическая сборка, состоящая из кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра, взятых в соотношении 1:2; 6 - приемный торец волоконно-оптической сборки; 7 - оптические каналы с равным количеством оптических волокон; 8 - выходные концы оптических каналов; 9 - оптические фильтры (выделение необходимых длин волн); 10 - фотоприемники (фотодиод или пироэлектрический детектор); 11 - образец водонефтяной смеси.

На фиг. 2 изображены спектральные характеристики воды, нефти и серосодержащих соединений, где 1-11 каналы для выделения характеристических сигналов, 12 - спектральные характеристики поглощения серосодержащих соединений, 13 - спектральные характеристики поглощения воды; 14 - спектральные характеристики поглощения нефти, при этом 3, 5, 8 - каналы для выделения пиков поглощения нефти; 2, 4, 7, 10 - каналы для выделения пиков поглощения воды; 11 - канал для выделения пиков поглощения серосодержащих соединений; 1, 6, 9 - опорные каналы.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Как указано выше, предлагаемый спектральный анализатор нефти содержит источник инфракрас-

ного излучения (γ 2.0-10.0 мкм)(1), соединенный с электрическим источником питания (на схеме не показан); параболический рефлектор (2) для получения параллельно направленного потока света; пробоотборник (3), в котором находится образец нефтесодержащей смеси, выполненный из двух плоскопараллельных пластин из синтетического алмаза (3.1, 3.2) с регулируемым зазором; коллиматор (4), расположенный между пробоотборником и волоконно-оптической сборкой (5) для получения параллельных пучков лучей света после его прохождения через пробоотборник и частичного поглощения компонентами смеси. Волоконно-оптическая сборка (5) состоит из кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра, взятых в соотношении 1:2, общее количество которых составляет не менее 110, при этом приемный торец волоконно-оптической сборки (6) связан с оптическими каналами (7) с равным количеством оптических волокон; выходные концы оптических каналов (8) соединены оптическими фильтрами (9) с целью выделения необходимых длин волн, которые в свою очередь соединены с фотоприемниками (10) (фотодиод или пироэлектрический детектор).

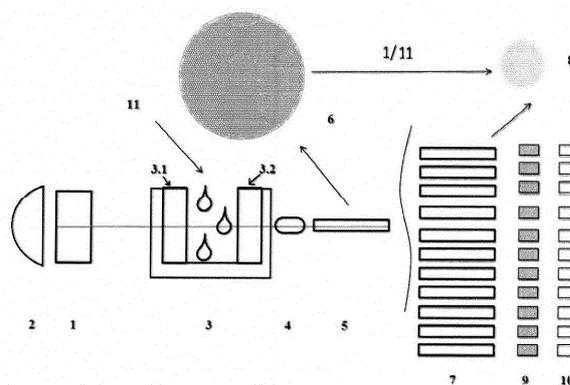
Предлагаемый спектральный анализатор нефти работает следующим образом. Источник инфракрасного излучения 1, соединенный с электрическим источником питания, генерирует непрерывный или импульсный сигнал с определенной (стабильной) мощностью в диапазоне длин волн от 2,0 мкм до 10 мкм. Параболический рефлектор 2, расположенный за источником инфракрасного излучения 1, направляет условно параллельный оптический сигнал в пробоотборник 3 через первую пластину из синтетического алмаза 3.1 на образец нефтяной смеси. В результате прохождения излучения через жидкость часть мощности оптического сигнала поглощается. На длинах волн, соответствующих характеристическим пикам воды, нефти и серосодержащих соединений, поглощение происходит наиболее интенсивно, в области с окнами прозрачности оптический сигнал поглощается меньше (см. фиг. 2). После взаимодействия с исследуемой средой измененный (ослабленный) оптический сигнал через вторую ответную пластину из синтетического алмаза 3.2 пробоотборника 3 попадает на коллиматор 4. Коллиматор 4 собирает оптическое излучение и направляет его в волоконно-оптическую сборку 5, приемный конец 6 которой состоит из не менее 110 кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра, взятых в соотношении 1:2. Выходной конец волоконно-оптической сборки 5 разделен на одиннадцать оптических каналов 7 с равным количеством оптических волокон обоих видов в каждом. Таким образом, мощность оптического излучения, поступившая в приемный конец 6 волоконно-оптической сборки 5, равномерно распределяется по выходным концам 8 оптических каналов 7. Каждый выходной конец 8 каждого из оптических каналов 7 смонтирован напротив одного из узкополосных оптических фильтров 9, каждый из которых выделяет мощность только одной длины волны: 1,45; 1,95; 3,00; 6,00 мкм (пики поглощения воды); 1,72; 2,31; 3,41 мкм (пики поглощения нефти); 8,0 мкм (пик поглощения серосодержащих соединений); 1,10; 2,55; 5,00 мкм (опорные каналы). За каждым оптическим фильтром 9 расположен фотоприемник 10, каждый из которых синхронно регистрирует мощность приходящего оптического излучения и преобразует ее в электрический сигнал, изображение которого после компьютерной обработки поступает на экран дисплея в виде спектра поглощения, который представляет собой график, по оси абсцисс которого откладывается длина волны, а по оси ординат - поглощение, то есть величина, равная отношению интенсивности прошедшего через поглощающее вещество и падающего на него излучения. При исследовании нефтепродуктов спектр изображается рядом максимумов и минимумов, при этом область спектра, в котором поглощение проходит через максимум и является полосой поглощения, характеризующей количество составляющей (воды или нефти или серосодержащих соединений) смеси. Одновременное использование одиннадцати каналов в предлагаемой конструкции спектрального анализатора нефти позволяет измерять концентрацию воды и серосодержащих соединений в нефти в диапазонах от 0,1 до 100,0%.

Таким образом, предлагаемый спектральный анализатор нефти позволяет определить количественное содержание серосодержащих соединений в нефтяной смеси в режиме поточного контроля за счет повышения чувствительности прибора.

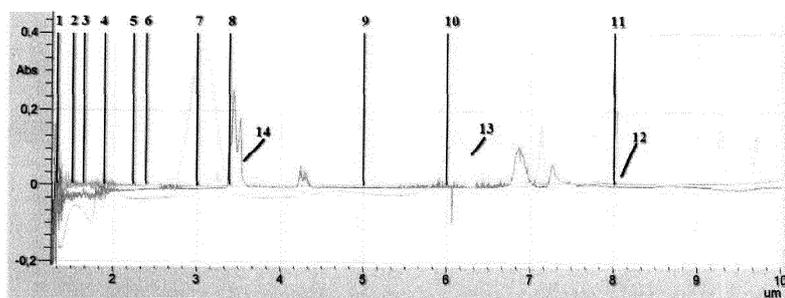
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Спектральный анализатор нефти, содержащий источник инфракрасного излучения, соединенный с источником питания, параболический рефлектор, пробоотборник, состоящий из двух плоскопараллельных пластин, с пробой нефтесодержащей смеси, коллиматор, соединенный с приемным концом волоконно-оптической сборки, состоящей из кварцевых волокон, при этом выходной конец волоконно-оптической сборки разделен на оптические каналы, имеющие равное количество волокон, причем по крайней мере один канал является опорным, концы оптических каналов через оптические фильтры связаны с фотоприемниками, на выходе которых получают электрический сигнал с получением его изображения на экране дисплея после компьютерной обработки, отличающийся тем, что конец волоконно-оптической сборки разделен на одиннадцать оптических каналов, соединенных с одиннадцатью фотоприемниками через одиннадцать оптических фильтров соответственно, каждый из которых выделяет мощность только одной длины волны: 1,45; 1,95; 3,00; 6,00 мкм (пики поглощения воды); 1,72; 2,31; 3,41 мкм (пики поглощения нефти); 8,0 мкм (пик поглощения серосодержащих соединений); 1,10; 2,55; 5,00 мкм (опорные каналы), а волоконно-оптическая сборка дополнительно содержит волокна, выполненные

из галогенида серебра, причем соотношение кварцевых волокон и волокон из галогенида серебра равно 1:2 и их общее количество составляет не менее 110, при этом две плоскопараллельные пластины проботорборника выполнены из синтетического алмаза.



Фиг. 1



Фиг. 2

