



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 24/08 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021121393, 20.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.07.2021

Дата регистрации:
29.03.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.07.2021

(45) Опубликовано: 29.03.2022 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
420085, Казань, Химиков, 15-29, Галимов Айрат
Ильшатович

(72) Автор(ы):

Александров Артем Сергеевич (RU),
Брагин Алексей Викторович (RU),
Имаев Алик Исламгалеевич (RU),
Мурзакаев Владислав Марксович (RU),
Мусин Руслан Ренатович (RU),
Никитин Сергей Иванович (RU),
Садыков Альтаир Рифкатович (RU),
Скирда Владимир Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТНГ-ГРУПП"
(RU),
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "КАЗАНСКИЙ
(ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 6346813 B1, 12.02.2002. US
2009288881 A1, 26.11.2009. US 2009255669 A1,
15.10.2009. RU 2367981 C2, 20.09.2009. RU
2377609 C2, 27.12.2009. EA 38017 B1, 23.06.2021.

(54) УСТРОЙСТВО СКВАЖИННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИННОГО
ФЛЮИДА

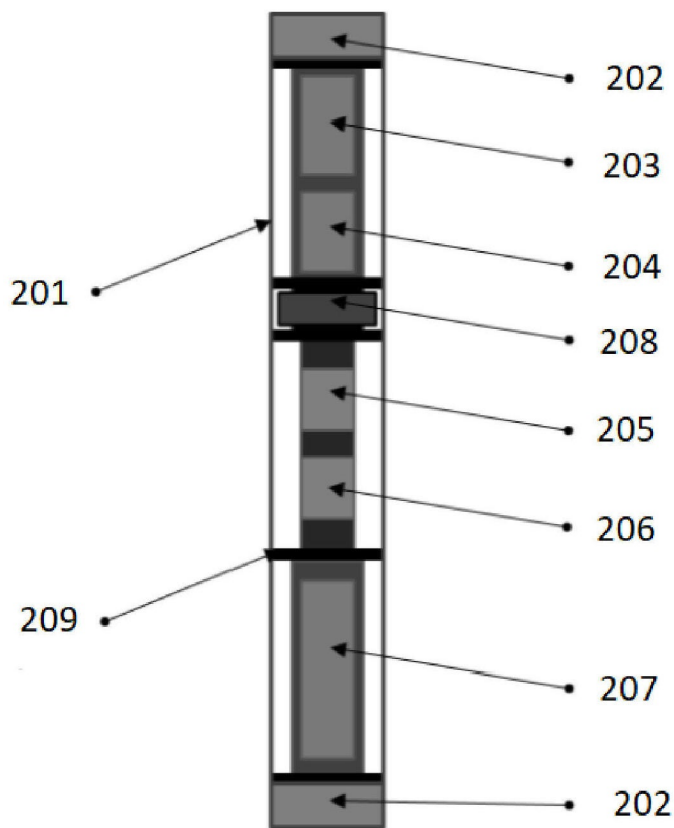
(57) Реферат:

Использование: для исследования скважинного флюида. Сущность изобретения заключается в том, что устройство скважинной лаборатории для исследования скважинного флюида, содержит корпус, выполненный с возможностью перемещения в скважине; магнитный блок, выполненный с возможностью исследования магнитно-резонансных характеристик скважинного флюида; оптический блок, выполненный с возможностью исследования оптических характеристик скважинного флюида; модуль прокачки,

выполненный с возможностью прокачивать пластовый флюид через магнитный блок, оптический блок, диэлектрический блок; модуль хранения, выполненный с возможностью хранения пробы пластового флюида; модуль электроники, выполненный с возможностью управления по меньшей мере модулем прокачки и модулем хранения, обработки данных измерений магнитного блока, оптического блока, диэлектрического блока, характеризующийся тем, что устройство дополнительно содержит диэлектрический блок, выполненный с

возможностью исследования диэлектрических характеристик пластового флюида, модуль электроники выполнен с возможностью направления пластового флюида к модулю хранения при условии выявления репрезентативной пробы пластового флюида

первоначально с помощью оптического блока, а затем с помощью диэлектрического блока и магнитного блока. Технический результат: повышение эффективности и точности определения состава и свойств пластового флюида. 2 н. и 6 з.п. ф-лы, 3 ил.



Блок оптического анализатора флюида (ОАФ)
Фиг.2

RU 2769258 C1

RU 2769258 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)**2 769 258** (13) **C1**(51) Int. Cl.
G01N 24/08 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(52) CPC
G01N 24/08 (2021.08)(21)(22) Application: **2021121393, 20.07.2021**(24) Effective date for property rights:
20.07.2021Registration date:
29.03.2022

Priority:

(22) Date of filing: **20.07.2021**(45) Date of publication: **29.03.2022** Bull. № 10

Mail address:

**420085, Kazan, Khimikov, 15-29, Galimov Ajrat
Ilshatovich**

(72) Inventor(s):

**Aleksandrov Artem Sergeevich (RU),
Bragin Aleksei Viktorovich (RU),
Imaev Alik Islamgaleevich (RU),
Murzakaev Vladislav Marksovich (RU),
Musin Ruslan Renatovich (RU),
Nikitin Sergei Ivanovich (RU),
Sadykov Altair Rifkatovich (RU),
Skirda Vladimir Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**OBSHchESTVO S OGRANICHENNOI
OTVETSTVENNOSTIu "TNG-GRUPP" (RU),
FEDERALNOE GOSUDARSTVENNOE
AVTONOMNOE OBRAZOVATELNOE
UCHREZhdENIE VYSShEGO
OBRAZOVANIJa "KAZANSKII
(PRIVOLZhSKII) FEDERALNYI
UNIVERSITET" (RU)**(54) **DEVICE OF THE BOREHOLE LABORATORY FOR THE STUDY OF BOREHOLE FLUID**

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: examining borehole fluid. The essence of the invention lies in the fact that the device of the borehole laboratory for the study of borehole fluid contains a housing made with the ability to move in the well; a magnetic unit made with the ability to study the magnetic resonance characteristics of the borehole fluid; an optical unit made with the ability to study the optical characteristics of the borehole fluid; a pumping module made with the ability to pump reservoir fluid through magnetic unit, an optical unit, a dielectric unit; a storage module made with the possibility of storing a sample of reservoir fluid; an electronics module capable of controlling at least the

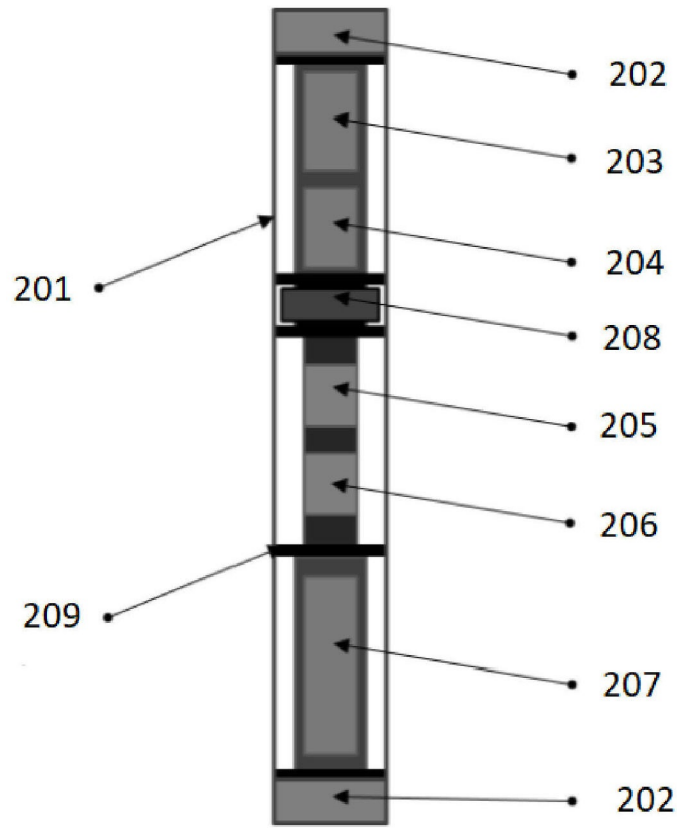
pumping module and the storage module, processing measurement data of the magnetic unit, the optical unit, the dielectric unit, characterized by the fact that the device additionally contains a dielectric unit capable of studying the dielectric characteristics of the reservoir fluid, the electronics module is capable of directing the reservoir fluid to the storage module, provided identification of a representative sample of reservoir fluid initially using the optical unit, and then using the dielectric unit and the magnetic unit.

EFFECT: increasing the efficiency and accuracy of determining the composition and properties of the borehole fluid.

8 cl, 3 dwg

RU 2 769 258 C1

RU 2 769 258 C1



Блок оптического анализатора флюида (ОАФ)
Фиг.2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Изобретение относится к исследованию или анализу материалов путем определения их химических или физических свойств, в частности к скважинной лаборатории по исследованию пластового флюида.

5 Скважинная лаборатория пластового флюида (СЛПФ) предназначена для определения фильтрационно-емкостных свойств пласта и свойств пластового флюида методами оптической, магнитно-резонансной и диэлектрической спектроскопии в реальном режиме времени инфильтрации пластового флюида из изолированной области прискважинного пространства.

10 Областью применения СЛПФ являются геофизические исследования скважин (далее – ГИС) в открытом стволе находящихся в бурении скважин диаметром от 170 мм до 300 мм с наибольшей температурой в зоне исследования 120^0 С и максимальным давлением до 100 МПа.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

15 Известны различные скважинные приборы для измерения свойств и параметров пласта и пластового флюида, однако не известны решения, которые совмещали бы в себе измерение магнитно-резонансных (МР), оптических, диэлектрических характеристик.

20 Известно решение способ определения свойств пластовых флюидов (RU2367981C2, опубл. 2009.09.20). Сущность известного решения заключается в том, что формируют базу данных на основании измерений на большом количестве проб флюида из сохраненных обучающих значений свойств флюида, связанных с сохраненными обучающими значениями измерений флюида, при этом каждую пробу флюида измеряют при нескольких сочетаниях различных температур и давлений, получают из указанной
25 базы данных параметры радиальной базисной функции, получают значения измерений пластового флюида, определяют, используя интерполяцию радиальной базисной функции, свойство пластовых флюидов по значениям в указанной базе данных, указанным параметрам и указанным полученным значениям измерений пластового флюида. Технический результат: повышение точности предсказания свойств пласта.
30 Способ характеризуется тем, что получают значения измерений ядерно-магнитного резонанса по флюиду, отобранному из пластов; получают результаты оптических измерений по флюиду, отобранному из пластов.

35 Однако в данном решении не раскрываются измерения диэлектрических характеристик, вместе с оптическими и МР характеристиками для получения более полной информации о свойствах пластового флюида для последующего отбора репрезентативных проб.

40 Известен, выбранный в качестве прототипа прибор для отбора проб жидкости (US6346813B1, опубл. 2002-02-12), который извлекает жидкость из подземных пластов в канал потока внутри прибора. Используемые методы магнитного резонанса включают в себя приложение статического магнитного поля и осциллирующего магнитного поля к жидкости в проточном канале, при этом сигналы магнитного резонанса обнаруживаются и анализируются для извлечения информации о жидкости, такой как состав, вязкость и т. д. Образцы опционально контролируются оптическим анализатором жидкости (OFA) и сохраняются для транспортировки в наземные лаборатории в модуле
45 16 проб.

Однако в данном решении не раскрывается использования модуля измерения диэлектрических характеристик, работающего вместе с оптическим и МР-модулем для более точного отбора проб.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В одном аспекте изобретения раскрыто устройство скважинной лаборатории, содержащее:

- корпус, выполненный с возможностью перемещения в скважине;
 - 5 - магнитный блок, выполненный с возможностью исследования магнитно-резонансных характеристик пластового флюида;
 - оптический блок, выполненный с возможностью исследования оптических характеристик пластового флюида;
 - модуль прокачки, выполненный с возможностью прокачивать пластовый флюид
 - 10 через магнитный блок, оптический блок, диэлектрический блок;
 - модуль хранения, выполненный с возможностью хранения пробы пластового флюида;
 - модуль электроники, выполненный с возможностью управления по меньшей мере модулем прокачки и модулем хранения, обработки данных измерений магнитного
 - 15 блока, оптического блока, диэлектрического блока,
- характеризующийся тем, что устройство дополнительно содержит диэлектрический блок, выполненный с возможностью исследования диэлектрических характеристик пластового флюида,
- оптический блок расположен в корпусе ниже по потоку по сравнению с магнитным
- 20 блоком и диэлектрическим блоком,
- модуль электроники выполнен с возможностью направления пластового флюида к модулю хранения с помощью модуля хранения при условии выявления репрезентативной пробы пластового флюида первоначально с помощью оптического блока, а затем с помощью диэлектрического блока и магнитного блока.

- 25 В другом аспекте изобретения раскрыт способ исследования пластового флюида, содержащий этапы, на которых:
- опускают устройство скважинной лаборатории в скважину с помощью наземного оборудования;
 - прокачивают флюид через устройство скважинной лаборатории с помощью насоса;
 - 30 - измеряют оптические характеристики флюида с помощью оптического блока;
- характеризующийся тем, что
- после выявления требуемых характеристик скважинного флюида оптическим блоком, измеряют параметры пластового флюида с помощью диэлектрического блока и магнитного блока;
- 35 - определяют репрезентативную пробу неизменного пластового флюида на основании измеренных магнитно-резонансных характеристик флюида, оптических характеристик флюида, диэлектрических характеристик флюида;
- сохраняют репрезентативную пробу неизменного пластового флюида в модуле хранения.
- 40 В дополнительных аспектах раскрыто, что диэлектрический блок выполнен с возможностью измерения комплексной диэлектрической восприимчивости в заданном диапазоне частот от 30 МГц до 500 МГц; модуль электроники выполнен с возможностью определять соотношение вода – углеводороды в жидкой составляющей флюида по данным диэлектрической спектроскопии; дополнительно содержится модуль испытателя
- 45 пластов, состоящий из модуля откачки скважинного флюида, модуля двойных гидравлических пакеров, модуля измерения термобарических характеристик;
- дополнительно содержится блок связи с оборудованием каротажной станции; дополнительно содержатся средства измерения температуры и давления

инфильтрованного флюида, средство измерения интенсивности естественной радиоактивности, средство оценки вязкости флюида, средство определения уровня естественной радиоактивности пород, средства измерения пластового давления, гидропроводности, скин-фактора, проницаемости; модуль электроники выполнен с
5 возможностью направлять скважинный флюид к магнитному блоку и диэлектрическому блоку, при условии выявления требуемых характеристик скважинного флюида оптическим блоком.

Основной задачей, решаемой заявленным изобретением, является отбор репрезентативной пробы (качественной с точки зрения соответствия неизменному
10 составу и свойствам пластового флюида, в данном случае коллектора). Имеется в виду, что в процессе бурения флюид (в данном случае нефть, как продукт), первоначально заполняющий поровое пространство коллектора, частично или полностью замещается фильтратом бурового раствора (зависит от свойств бурового раствора, типом порового пространства, технологией бурения и т.д.). Возникают так называемые зоны: глинистая
15 корка, зона проникновения (промытая зона), зона частичного замещения пластового флюида фильтратом бурового раствора и затем уже неизменная часть пласта-коллектора. Именно оттуда, с неизменной части пласта необходимо «отобрать» пробу, соответствующую по составу и свойствам первоначальному (до бурения) состоянию. Если это нефтяной коллектор (насыщенный нефтью), то необходимо точно
20 быть уверенным, что в прокачиваемой жидкости нефтяная составляющая преобладает, либо фильтрат бурового раствора или вода вообще отсутствует. Соответственно, качественным признаком репрезентативности пробы нефтяного коллектора является соответствие результатов измерений всех модулей параметрам нефти, без присутствия в ней фильтрата бурового раствора либо самого бурового раствора (то же самое
25 промывочная жидкость). Если показания одного (или более) модуля (модулей) и результаты их интерпретации (объяснение, описание) отличаются (то есть не соответствуют одному и тому же типу флюида), то возникает риск отбора пробы не соответствующей продукту исследования (нефти). В виду того, что количество проб при одной спуско-подъемной операции (СПО) ограничено (в основном 3-6 проб, то
30 есть контейнеров), а услуги ГИС с использованием скважинной лаборатории (или что тоже самое, что и пластоиспытатели с отбором проб) очень дорогие, то это может привести к увеличению времени на исследование, и, как следствие, увеличение стоимости работ.

Качественные репрезентативные пробы обеспечивают правильную оценку
35 технологического процесса, контроль работы потоковых анализаторов и соответствия конечных продуктов необходимым требованиям по качеству. Это важно для принятия решений по дальнейшей разработке месторождения на самой ранней стадии его изучения.

Сущность изобретения заключается в том, что скважинный прибор исследует скважинный флюид с помощью трех модулей (МР, оптического, диэлектрического),
40 выявляет репрезентативную пробу и сохраняет ее в предназначенном для этого контейнере. Каждый из описанных выше модулей, в соответствии со своими возможностями и назначением решает задачу определения типа жидкости (флюида). Причем первоначально определяются характеристики с помощью оптического модуля, а при условии выявления им заранее заданных характеристик определяют
45 характеристики с помощью магнитного блока и диэлектрического блока.

Технический результат, достигаемый решением, заключается в повышении эффективности и точности определения состава и свойств пластового флюида для дальнейшего отбора репрезентативной пробы неизменного пластового флюида.

Для повышения точности определения типа флюида, в предлагаемом устройстве предусмотрена возможность остановки прокачки на небольшое (1-3 минуты) время, чтобы провести измерение свойств пластового флюида в стационарном режиме, снижая неопределенность и увеличивая точность определения типа и состава, в том числе за

5 счет накопления и усреднения данных.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг.1. Структурная схема прибора для измерения скважинного флюида.

Фиг.2. Блок оптического анализатора флюида (ОАФ).

Фиг.3. Функциональная схема блока измерения магнитно-резонансных (БИМР)

10 характеристик.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Предложенное решение представляет собой скважинную лабораторию, которая измеряет различные характеристики пластового флюида, на основании измеренных характеристик выявляет подходящую по заданным параметрам пробу

15 (репрезентативную пробу), сохраняет ее в предназначенном для этого контейнере.

Решение о репрезентативности пробы и необходимости ее откачки в контейнеры для хранения принимается на основе анализа данных, полученных от модуля измерений свойств пластового флюида.

Устройство представляет собой конструктивно и функционально единый блок,

20 элементы которого функционально связаны друг с другом посредством соответствующих линий связи.

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВА

Скважинная лаборатория по исследованию пластового флюида (СЛПФ) состоит из следующих основных частей (фиг.1):

25 1) модуля испытателя пластов на кабеле (МИП-К), в составе:

а) модуль 101 откачки скважинного флюида (ОПФ) и камер 102 хранения флюида (МПМ);

б) модуль 103 двойных гидравлических пакеров (МДП);

в) модуль 104 измерения термобарических характеристик (ИМ);

30 2) модуль измерения свойств пластового флюида, в составе:

а) блок 105 оптического анализатора (ОАФ);

б) блок 106 измерения диэлектрических характеристик (БИДФ);

в) блок 107 измерения магнитно-резонансных характеристик (БИМР);

35 3) модуль 108 электроники силовой, предназначенный для управления и питания прибора, регистрации данных измерений, их первичной обработки и передачи данных на поверхность, и включающий датчик естественной радиоактивности (МЭС);

4) блок интерфейса с типовым оборудованием каротажной станции;

5) программное обеспечение СЛПФ (далее – ПО СЛПФ).

Общий вид СЛПФ показан на фиг. 1. Далее рассмотрены отдельные блоки СЛПФ.

40 Блок оптического анализатора (ОАФ).

Блок оптического анализатора (фиг.2) состоит из: двух измерительных ячеек - для измерения поглощения флюида и для измерения интенсивности отраженного света с целью определения газосодержания; блока ввода светового излучения в оптоволоконный жгут; прерывателя светового пучка; системы распределительных оптоволоконных

45 жгутов; оптической системы для согласования излучения с выхода оптоволоконных жгутов с чувствительной областью диодов для регистрации интенсивности света;

электрической системы обработки сигналов, управления работой модуля измерений и первичной обработки данных.

Блок оптического анализатора состоит из корпуса 201 и соединительных элементов 202, расположенных на двух его концах. Соединительные элементы 202 служат для присоединения блока оптического анализатора к другим блокам или модулям заявленного устройства СЛПФ. Блок оптического анализатора содержит блок 203

5 питания, который может представлять собой аккумулятор либо блок, присоединенный к внешнему источнику электроэнергии.

Блок питания подает электроэнергию ко всем потребителям электроэнергии блока оптического анализатора, в частности, к блоку 204 электроники, детектору 205 газа, спектрометру 206, осветителю 207.

10 В целом, работа блока оптического анализатора известна из уровня техники, в предложенном решении этот блок с помощью блока 208 фотодетекторов измеряет оптическую плотность флюида в диапазоне от 0 до 4 отн. ед. на заданных длинах волн в спектральном диапазоне от 0,4 мкм до 2 мкм, измеряет среднюю интенсивность отраженного света, обусловленную значением (или наличием) газосодержания во

15 флюиде на заданной длине волны в диапазоне от 0,7 мкм до 1,0 мкм, молекулярный состав флюида по группам: CO₂, H₂O, C₁H₄, C₂H₆-C₅H₁₂, C₆H₁₄ и выше в пластовых условиях, на основе данных измерения оптической плотности, относительную часть газовой составляющей флюида в пластовых условиях, вычисляемую по значениям средней интенсивности отраженного света.

20 Блок оптического анализатора обладает наибольшей точностью по различению нефти и воды, так как эти вещества обладают разной плотностью, его работа осуществляется с минимальными затратами энергии и с высоким быстродействием. Кроме того блок оптического анализатора может выявить наличие газа в исследуемой жидкости, что можно использовать для управления параметрами откачки.

25 Если блок оптического анализатора состоит из нескольких подблоков, то для их соединения используется межблочный уплотнитель 209.

Описанный выше блок оптического анализатора представляет собой один из вариантов оптического блока.

Блок измерения магнитно-резонансных характеристик (БИМР).

30 Блок БИМР предназначен для регистрации на ядрах водорода спектров времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации, а также коэффициентов самодиффузии и их спектров протекающего по датчику флюида.

На основе анализа получаемых данных может быть получена информация о составе флюида, распределении по молекулярным массам углеводородов, а также расчетные

35 значения вязкости.

Данные, полученные из блока БИМР, будут также использованы в определении водородосодержания в исследуемом флюиде на основании комплексного анализа данных оптической плотности на характеристических длинах волн, диэлектрической спектроскопии и данных ЯМР.

40 В состав блока БИМР (фиг. 3) входят следующие основные элементы:

- магнитная система;
- датчик с приемно-передающей и градиентной катушками;
- блок питания;
- передатчик;
- 45 - приемник с предусилителем;
- блок формирования импульсных последовательностей и регистрации сигнала ЯМР, включающий в себя функцию сбора, оцифровки и первичной обработки данных, а также прием команд и передачу данных на поверхность;

- блок импульсного градиента;
- механические узлы (корпус, соединительные элементы, разъемы, труба высокого давления).

Блок БИМР работает на основе явления ядерного магнитного резонанса и предназначен для регистрации сигнала ЯМР от протонов молекул флюида, протекающего по трубе высокого давления через рабочую зону датчика ЯМР. При этом по соответствующей программе, заданной блоком формирования импульсных последовательностей, формируются радиочастотные импульсы, которые усиливаются передатчиком до необходимого уровня мощности и подаются в датчик на приемно-передающую катушку. Созданное внутри катушки переменное магнитное поле создает (при условии совпадения его частоты с частотой резонанса ω_0 ЯМР протонов в магнитном поле B_0 магнитной системы) поперечную намагниченность, значение которой при прочих равных условиях пропорционально количеству протонов (количеству флюида) в рабочей зоне катушки. После отключения передатчика сигнал ЯМР регистрируется на частоте $f_0 = \omega_0/2\pi$ предусилителем и далее усиливается приемником до уровня качественного аналого-цифрового преобразования. В блоке формирования импульсных последовательностей, регистрации сигнала ЯМР, приема и передачи данных осуществляется шифрование и передача данных. В этом же блоке обеспечивается прием информации от оператора по заданию параметров эксперимента, формированию типа импульсных последовательностей, и их реализация посредством передачи управляющих команд в блок импульсного градиента, передатчик и приемник. Названные устройства исполняют принятые команды. Блок БИМР снабжен собственным блоком питания, обеспечивающим преобразование энергии, поступающей по жилам каротажного кабеля, в необходимые для всех электронных узлов БИМР напряжения и токи.

Блок БИМР имеет свой корпус с соединительными узлами, что позволяет использовать его как независимый элемент прибора СЛПФ.

Блок БИМР обеспечивает регистрацию сигнала ядерного магнитного резонанса (ЯМР) для получения спектров времён спин-спиновой и спин-решёточной релаксации во временном диапазоне от 10^{-5} с до 10 с и определение водородосодержания, отнесённого к различным компонентам флюида.

Блок измерения диэлектрических характеристик (БИДФ).

БИДФ предназначен для измерения диэлектрических характеристик пластового флюида скважинной лаборатории с целью определения фильтрационно-емкостных свойств пласта и свойств пластового флюида.

БИДФ, являясь частью СЛПФ, состоит из измерительной ячейки и блока электроники. БИДФ и СЛПФ соединены кабелем, обеспечивающим передачу управляющих сигналов и измеряемых данных. Принцип действия БИДФ состоит в возбуждении генератором, входящим в блок электроники БИДФ электромагнитного поля в измерительной ячейке и регистрации сигналов на входе и выходе измерительной ячейки. Сигналы далее поступают в детектирующий модуль, где усиливаются.

Усиленные сигналы поступают в измерительный модуль, где преобразуются в низкочастотные сигналы, пропорциональные разности фаз и отношению амплитуд входных сигналов. Полученные, таким образом, низкочастотные сигналы поступают в контроллер, где оцифровываются двумя АЦП. Оцифрованные сигналы проходят предварительную обработку, сохраняются в энергонезависимой памяти и передаются через соответствующий модуль прибора СЛПФ на наземную каротажную станцию. Блок питания формирует необходимые для питания БИДФ напряжения.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Управление всеми режимами работы осуществляется с помощью модуля электроники (МЭС) и соответствующего программного обеспечения. Режимы работы задает оператор. По команде оператора работу сначала начинает МИП-К. МИП-К предназначен для определения фильтрационно – емкостных свойств пласта (пластовое давление, гидропроводность, скин-фактор, проницаемость) в реальном режиме времени инфильтрации жидкости, а также отбора проб из изолированной области прискважинного пространства. С помощью МИП-К осуществляется накачка гидравлических пакеров (МДП) с использованием скважинной жидкости. Накачка пакеров осуществляется модулем откачки скважинного флюида (ОПФ), который состоит из насоса, редуктора и бесщёточного двигателя постоянного тока. Управление скоростью и направлением вращения двигателя, а также передача данных осуществляется с помощью МЭС, который подключается непосредственно к модулю ОПФ. Под действием давления жидкости пакера, которые наполняются скважинной жидкостью начинают разбухать, упираются в стенки скважины и производят изоляцию области прискважинного пространства. Тем самым, производится пакерование (отделение) части прискважинной зоны от остальной части ствола скважины.

После накачки пакеров и изоляции прискважинной зоны производится прокачка жидкости с межпакерного пространства через модуль измерения термобарических характеристик (ИМ), в котором измеряется температура, давление флюида и через оптический анализатор флюида (ОАФ), в котором регистрируется оптическая плотность флюида для определения молекулярного состава прокачиваемой жидкости. Это необходимо для обнаружения нефтяной составляющей из смеси межпакерной жидкости или фильтрата бурового раствора с пластовым флюидом. После того, как под действием перепада давления, создаваемого насосом прискважинная жидкость (фильтрат бурового раствора) будет замещена неизменным пластовым флюидом, например, нефтью, показания оптической плотности покажут это изменение. Чтобы подтвердить это предположение (то, что буровой раствор или его фильтрат «ушли из пласта» и началась прокачка уже пластового флюида) по команде оператора (или по заданной заранее программе распознавания типа прокачиваемой жидкости по наборам измеряемых параметров) прокачка временно приостанавливается. В стационарном режиме к измерению подключается в полной мере (в полном составе) модуль измерения свойств пластового флюида. Измерительный модуль предназначен для определения свойств и состава пластового флюида, по результатам анализа которых принимается решение и осуществляется откачка пробы в контейнеры для хранения и последующего подъема на поверхность.

Подключаются дополнительные модули: БИМР – блок измерения магнитно-резонансных характеристик и БИДФ – блок измерения диэлектрических характеристик. Блок БИМР по анализу замеров двумерных карт распределения времен релаксации и коэффициента диффузии $T_1 - T_2 - K_d$ определяет состав флюида: нефть или вода; блок БИДФ по анализу результатов замера диэлектрической проницаемости дает дополнительную информацию о составе прокачиваемого флюида (нефть или вода), так как их значения отличаются на порядок (55-85 и 2-4 соответственно). После того как по всем блокам измерения основному – ОАФ и дополнительным - БИМР и БИДФ делается вывод о преобладании нефтяной составляющей в составе прокачиваемой жидкости, либо оператором, либо по установленной программе (или алгоритму принятия решения) происходит откачка пробы в пробоотборный модуль для хранения и последующего поднятия на поверхность.

Пробы могут отбираться на разных глубинах или в разное время, что определяется

задачей исследования.

Далее эти пробы отправляются транспортом в лабораторию для получения в дальнейшем необходимой информации с целью моделирования процесса разработки месторождения. Это является конечной задачей испытания пласта с помощью
5 вышеописанной СЛПФ. В процессе исследования пластового флюида всеми модулями на экране демонстрируются соответствующие кривые и их значения. По мере поступления, данные сохраняются в файлы в энергонезависимую часть памяти наземной рабочей станции. При необходимости, оператор может останавливать измерения, подключать/отключать те или иные блоки или модули в течение всего времени работы
10 СЛПФ.

Варианты осуществления не ограничиваются описанными здесь вариантами осуществления, специалисту в области техники на основе информации изложенной в описании и знаний уровня техники станут очевидны и другие варианты осуществления изобретения, не выходящие за пределы сущности и объема данного изобретения.

15 Элементы, упомянутые в единственном числе, не исключают множественности элементов, если отдельно не указано иное.

Под функциональной связью элементов следует понимать связь, обеспечивающую корректное взаимодействие этих элементов друг с другом и реализацию той или иной функциональности элементов. Частными примерами функциональной связи может
20 быть связь с возможностью обмена информацией, связь с возможностью передачи электрического тока, связь с возможностью передачи механического движения, связь с возможностью передачи света, звука, электромагнитных или механических колебаний и т.д. Конкретный вид функциональной связи определяется характером взаимодействия упомянутых элементов, и, если не указано иное, обеспечивается широко известными
25 средствами, используя широко известные в технике принципы.

Способы, раскрытые здесь, содержат один или несколько этапов или действий для достижения описанного способа. Этапы и/или действия способа могут заменять друг друга, не выходя за пределы объема формулы изобретения. Другими словами, если не
30 определен конкретный порядок этапов или действий, порядок и/или использование конкретных этапов и/или действий может изменяться, не выходя за пределы объема формулы изобретения.

В заявке не указано конкретное программное и аппаратное обеспечение для реализации модулей на чертежах, но специалисту в области техники должно быть понятно, что сущность изобретения не ограничена конкретной программной или
35 аппаратной реализацией, и поэтому для осуществления изобретения могут быть использованы любые программные и аппаратные средства известные в уровне техники. Так аппаратные средства могут быть реализованы в одной или нескольких специализированных интегральных схемах, цифровых сигнальных процессорах, устройствах цифровой обработки сигналов, программируемых логических устройствах,
40 программируемых пользователем вентильных матрицах, процессорах, контроллерах, микроконтроллерах, микропроцессорах, электронных устройствах, других электронных модулях, выполненных с возможностью осуществлять описанные в данном документе функции, компьютер либо комбинации вышеозначенного.

Несмотря на то, что примерные варианты осуществления были подробно описаны
45 и показаны на сопроводительных чертежах, следует понимать, что такие варианты осуществления являются лишь иллюстративными и не предназначены ограничивать более широкое изобретение, и что данное изобретение не должно ограничиваться конкретными показанными и описанными компоновками и конструкциями, поскольку

различные другие модификации могут быть очевидны специалистам в соответствующей области.

Признаки, упомянутые в различных зависимых пунктах формулы, а также реализации, раскрытые в различных частях описания могут быть скомбинированы с достижением
5 полезных эффектов, даже если возможность такого комбинирования не раскрыта явно.

Любые числовые значения, изложенные в материалах настоящего описания или на фигурах, предназначены для включения всех значений от нижнего значения до верхнего значения приращениями в один единичный элемент, при условии, что есть интервал по
10 меньшей мере в два единичных элемента между любым нижним значением и любым верхним значением. В качестве примера, если изложено, что величина составляющей или значения технологического параметра, например, такого как температура, давление, время, и тому подобное, например, имеет значение от 1 до 90, предпочтительно от 20 до 80, более предпочтительно от 30 до 70, подразумевается, что значения, такие как от 15 до 85, от 22 до 68, от 43 до 51, от 30 до 32, и т.д., в прямой форме перечислены в этом
15 описании изобретения. Что касается значений, которые являются меньшими, чем единица, при необходимости, один единичный элемент считается имеющим значение 0,0001, 0,001, 0,01 или 0,1. Таковые являются всего лишь примерами того, что определено подразумевается, и все возможные комбинации многочисленных значений между перечисленными самым низким значением и самым высоким значением должны
20 считаться изложенными в прямой форме в этой заявке подобным образом.

(57) Формула изобретения

1. Устройство скважинной лаборатории для исследования скважинного флюида, содержащее:

- 25 - корпус, выполненный с возможностью перемещения в скважине;
- магнитный блок, выполненный с возможностью исследования магнитно-резонансных характеристик скважинного флюида;
- оптический блок, выполненный с возможностью исследования оптических характеристик скважинного флюида;
- 30 - модуль прокачки, выполненный с возможностью прокачивать пластовый флюид через магнитный блок, оптический блок, диэлектрический блок;
- модуль хранения, выполненный с возможностью хранения пробы пластового флюида;
- модуль электроники, выполненный с возможностью управления по меньшей мере модулем прокачки и модулем хранения, обработки данных измерений магнитного
35 блока, оптического блока, диэлектрического блока, характеризующийся тем, что устройство дополнительно содержит диэлектрический блок, выполненный с возможностью исследования диэлектрических характеристик пластового флюида,
- 40 модуль электроники выполнен с возможностью направления пластового флюида к модулю хранения при условии выявления репрезентативной пробы пластового флюида первоначально с помощью оптического блока, а затем с помощью диэлектрического блока и магнитного блока.

2. Устройство по п.1, в котором диэлектрический блок выполнен с возможностью измерения комплексной диэлектрической восприимчивости в заданном диапазоне частот от 30 МГц до 500 МГц.

3. Устройство по п.1, в котором модуль электроники выполнен с возможностью определять соотношение вода – углеводороды в жидкой составляющей флюида по

данным диэлектрической спектроскопии.

4. Устройство по п.1, в котором дополнительно содержится модуль испытателя пластов, состоящий из модуля откачки пластового флюида, модуля двойных гидравлических пакеров, модуля измерения термобарических характеристик.

5 5. Устройство по п.1, в котором дополнительно содержится блок связи с оборудованием каротажной станции.

6. Устройство по п.1, в котором дополнительно содержатся средства измерения температуры и давления инфильтрованного флюида, средство измерения интенсивности естественной радиоактивности, средство оценки вязкости флюида, средство определения
10 уровня естественной радиоактивности пород, средства измерения пластового давления, гидропроводности, скин-фактора, проницаемости.

7. Устройство по п.1, в котором модуль электроники выполнен с возможностью направлять пластовый флюид к магнитному блоку и диэлектрическому блоку при
условии выявления требуемых характеристик пластового флюида оптическим блоком.

15 8. Способ исследования пластового флюида, содержащий этапы, на которых:

- опускают устройство скважинной лаборатории в скважину с помощью наземного оборудования;

- прокачивают флюид через устройство скважинной лаборатории с помощью насоса;

- измеряют оптические характеристики флюида с помощью оптического блока;

20 характеризующийся тем, что

после выявления требуемых характеристик пластового флюида оптическим блоком измеряют параметры пластового флюида с помощью диэлектрического блока и магнитного блока;

25 - определяют репрезентативную пробу неизмененного пластового флюида на основании измеренных магнитно-резонансных характеристик флюида, оптических характеристик флюида, диэлектрических характеристик флюида с помощью модуля электроники;

- сохраняют репрезентативную пробу неизмененного пластового флюида в модуле хранения с помощью модуля электроники.

30

35

40

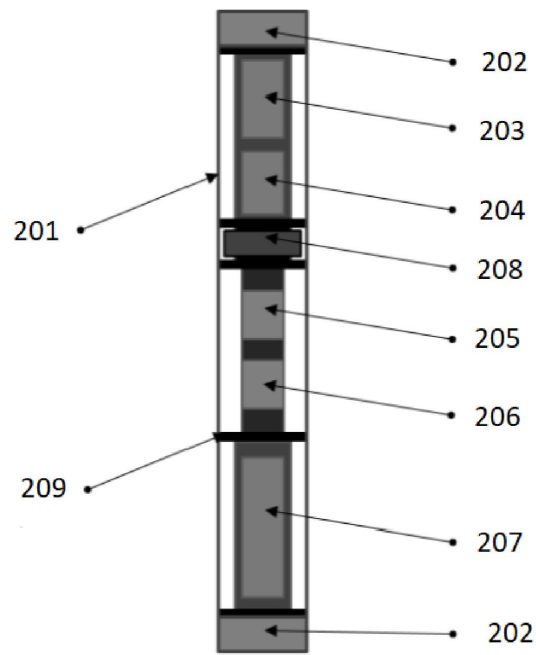
45

1

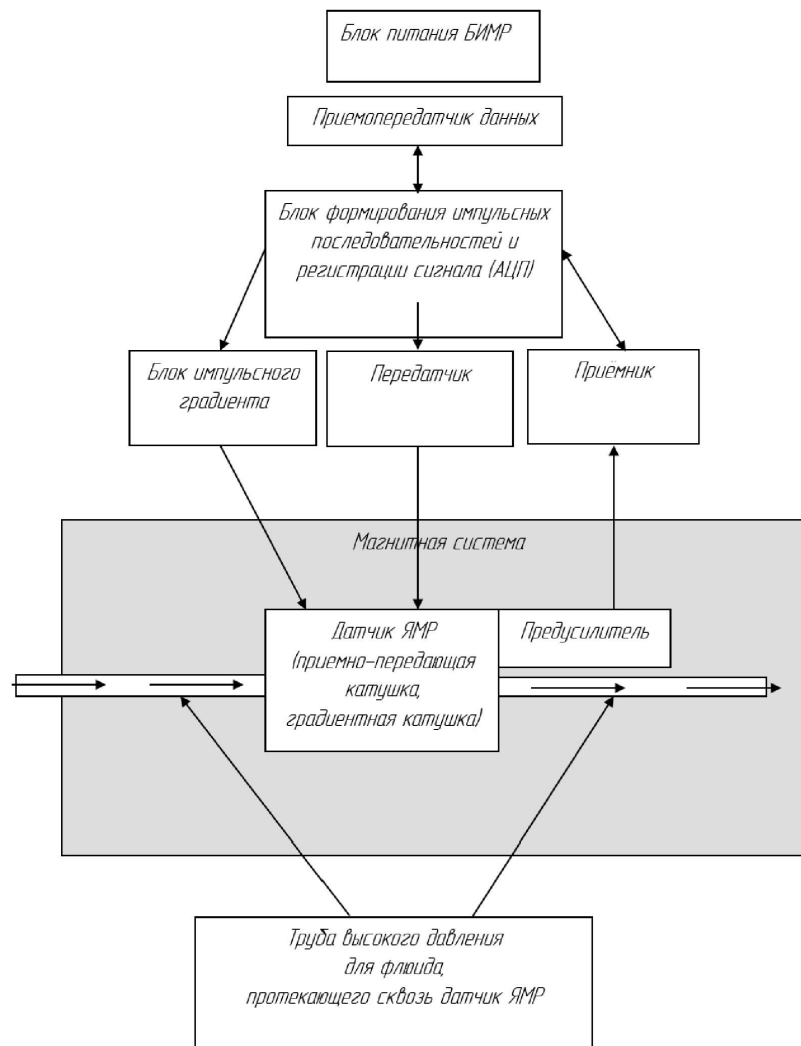
105
106
107
102
108
101
104
103

Фиг.1. Структурная схема прибора для измерения пластового флюида

2



Фиг.2. Блок оптического анализатора флюида (ОАФ)



Фиг.3. Функциональная схема блока измерения магнитно-резонансных (БИМР) характеристик