(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202290284 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.03.24

(22) Дата подачи заявки
2022.01.20

(51) Int. Cl. ***G01N 23/22*** (2018.01)
G01V 5/00 (2006.01)

(54) НЕЙТРОННЫЙ ГАММА СПОСОБ ОЦЕНКИ ВОДОНЕФТЯНОГО КОНТАКТА В ПРОЦЕССЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

(96) **KZ2022/004 (KZ) 2022.01.20**

(71) Заявитель:
ПАК ЮРИЙ (KZ)

(72) Изобретатель:
Пак Юрий, Пак Дмитрий Юрьевич, Мадишева Рима Копбосынкызы, Отубаев Ильдар Тимирханович, Москвичев Антон Романович, Гардок Николай Николаевич, Тлеуберди Нурбол, Инкин Дмитрий Анатольевич (KZ)

(57) Изобретение относится к ядерно-физическим способам исследования, в частности определения водонефтяного контакта в процессе изучения скважин, бурящихся на нефть. Задачей изобретения является повышение чувствительности и достоверности определения водонефтяного контакта в процессе геофизических исследований скважин. Нейтронный гамма способ оценки водонефтяного контакта в процессе геофизических исследований скважин, заключающийся в облучении горных пород импульсным потоком быстрых нейтронов и регистрации гамма-излучения радиационного захвата (ГИРЗ) тепловых нейтронов, отличающийся тем, что устанавливают длину зонда L, не менее трех длин диффузии нейтронов и дополнительно на опорных нефтенасыщенном (ОПН) и водонасыщенном (ОПВ) пластах устанавливают временную зависимость интенсивности ГИРЗ от времени задержки t, находят значение инверсионного времени задержки $t_И$, при котором обеспечивается равенство интенсивностей ГИРЗ от опорных пластов ОПН и ОПВ, выбирают время задержки: t_1 менее найденного времени $t_И$; t_2 более найденного времени $t_И$, измеряют во временном окне Δt интенсивности ГИРЗ: N_1 - при выбранном времени t_1, N_2 - при выбранном времени t_2, $N_И$ - при выбранном времени $t_И$, измеряют текущие значения N_1, N_2 и $N_И$, а положение водонефтяного контакта оценивают путем сравнения измеренных отношений

$$\Psi_i = \frac{N_1(t_1) - N_2(t_2)}{N_И(t_И)}$$

с априорно установленными граничными значениями $\Psi_{гр.}$, определяющими принадлежность пласта. Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа за счет дополнительного нахождения на опорных нефтенасыщенном (ОПН) и водонасыщенном (ОПВ) пластах инверсионного времени задержки $t_И$ и измерении интенсивностей ГИРЗ: N_1 при времени задержки t_1, менее $t_И$, N_2 при времени задержки t_2, более $t_И$, $N_И$ при найденном времени $t_И$ и нахождении водонефтяного контакта путем сравнения измеренных отношений Ψ_i с априорно установленными граничными значениями $\Psi_{гр.}$, что повышает чувствительность и достоверность определения водонефтяного контакта в условиях переменной пористости и скважинных условий.

202290284 A1

202290284 A1

МПК G01N23/22
G01V5/00

НЕЙТРОННЫЙ ГАММА СПОСОБ ОЦЕНКИ ВОДОНЕФТЯНОГО КОНТАКТА В ПРОЦЕССЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Изобретение относится к ядерно-геофизическим способам исследования, а именно определению водонефтяного контакта в процессе изучения скважин, бурящихся на нефть.

Известен импульсный нейтронный метод, основанный на облучении скважины импульсным потоком быстрых нейтронов и регистрации тепловых нейтронов в заданные моменты времени после импульса быстрых нейтронов (Мейер В.А., Ваганов П.А., Пшеничный Г.А. Методы ядерной геофизики. Л. Изд-во ЛГУ, 1988, с. 354).

Недостатком известного способа является низкая достоверность оценки положения водонефтяного контакта, обусловленная дестабилизирующим влиянием скважинных условий, вещественного состава горных пород и их пористости.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является импульсный нейтронный гамма-метод (ИНГМ), заключающийся в облучении горной породы импульсным потоком быстрых нейтронов и регистрации мгновенного гамма-излучения радиационного захвата (ГИРЗ) тепловых нейтронов (Филиппов Е.М., Вахтин Б.С., Новоселов А.В. Нейтрон-нейтронный и нейтронный гамма-методы в рудной геофизике. Изд-во Наука. Новосибирск, 1972, с. 287).

В сравнении с импульсным нейтрон-нейтронным методом ИНГМ более помехоустойчивый и обладает повышенной глубинностью исследования. Поскольку процессы замедления и диффузии нейтронов при использовании импульсного источника нейтронов разграничены по времени, можно раздельно измерять гамма-излучение радиационного захвата тепловых нейтронов и гамма-излучение неупругого рассеяния быстрых нейтронов.

Недостатком известного способа является низкая чувствительность и невысокая достоверность оценки водонефтяного контакта, обусловленная возмущающим действием переменной пористости (влажности) и скважинных условий измерений.

Задачей изобретения является повышение чувствительности и достоверности определения водонефтяного контакта в процессе геофизических исследований скважин.

Технический результат изобретения состоит в расширении сферы применения способа при исследованиях нефтяных скважин.

Поставленная задача решается следующим образом. В процессе облучения скважины импульсным потоком быстрых нейтронов с энергией 14 МэВ от импульсного нейтронного генератора и регистрации гамма-излучения радиационного захвата (ГИРЗ) тепловых нейтронов устанавливают длину зонда не менее трех длин диффузии нейтронов и дополнительно на опорных нефтенасыщенном (ОПН) и водонасыщенном (ОПВ) пластах устанавливают временную зависимость интенсивности ГИРЗ от времени задержки t, находят значение инверсионного времени задержки $t_И$, при котором обеспечивается равенство интенсивностей ГИРЗ от опорных пластов ОПН и ОПВ, выбирают время задержки: t_1 менее найденного времени $t_И$; t_2 более найденного времени $t_И$, измеряют во временном окне Δt интенсивности ГИРЗ: N_1 – при выбранном времени t_1, N_2 – при выбранном времени t_2, $N_И$ – при выбранном времени $t_И$, измеряют текущие значения N_1, N_2 и $N_И$, а положение водонефтяного контакта оценивают путем сравнения измеренных отношений:

$$\Psi_i = \frac{N_1(t_1) - N_2(t_2)}{N_И(t_И)}$$

с априорно установленными граничными значениями $\Psi_{гр.}$, определяющими принадлежность пласта.

Необходимость выполнения совокупности указанных измерений обусловлена следующим. Вода и нефть залегают в литологически разных горных породах: песчаники, алевролиты, карбонаты. Меняются пористость пород и скважинные условия. Все эти переменные факторы влияют на нейтронно-замедляющие и нейтронно-поглощающие свойства. В случае, если пластовые воды минерализованны (NaCl), то хлор как аномальный поглотитель тепловых нейтронов резко снижает время жизни тепловых нейтронов. Выбором определенного времени задержки после нейтронного импульса можно раздельно оценить влияние нейтронных параметров.

Исследованиями временного распределения гамма-излучения радиационного захвата на водонасыщенном пласте песчаника с минерализацией ~ 120 (г/л) NaCl и нефтенасыщенном пласте выявлены сложные инверсионные

зависимости интенсивности ГИРЗ от времени задержки после окончания нейтронного импульса.

Особенностью временных кривых N(t) является их пересечение для пластов разной насыщенности. При небольших значениях времени задержки t, когда плотности нейтронов в водоносном и нефтеносном пластах различаются незначительно показания N в водонасащенном пласте выше, чем в нефтеносном.

При значительных временах задержки различия плотности тепловых нейтронов в нефтеносном и водоносном пластах со временем возрастает по экспоненте. Отсюда показания метода от водоносного будут ниже, чем от нефтеносного пласта. Поэтому разностно-нормированное отношение величины Ψ как интерпретационного параметра, в котором задействованы показания способа N_1 при времени задержки t_1, менее $t_И$, показания способа N_2 при времени задержки t_2, более $t_И$ и показания способа $N_И$ при времени задержки $t_И$, будет более дифференцированным к насыщенности пласта (вода или нефть), менее зависимым от пористости, литологии и скважинных условий измерений.

Существенным отличием изобретения от прототипа является то, что дополнительно на опорных нефтенасыщенном (ОПН) и водонасыщенном (ОПВ) пластах устанавливают временную зависимость интенсивности ГИРЗ от времени задержки t, находят значение инверсионного времени задержки $t_И$, при котором обеспечивается равенство интенсивностей ГИРЗ от опорных пластов ОПН и ОПВ, выбирают время задержки: t_1 менее найденного времени $t_И$; t_2 более найденного времени $t_И$, измеряют во временном окне Δt интенсивности ГИРЗ: N_1 – при выбранном времени t_1, N_2 – при выбранном времени t_2, $N_И$ – при выбранном времени $t_И$, измеряют текущие значения N_1, N_2 и $N_И$, а положение водонефтяного контакта оценивают путем сравнения измеренных отношений:

$$\Psi_i = \frac{N_1(t_1) - N_2(t_2)}{N_И(t_И)}$$

с априорно установленными граничными значениями $\Psi_{гр.}$, определяющими принадлежность пласта.

Пример осуществления способа. В процессе импульсного облучения потоком быстрых нейтронов с энергией 14 МэВ от импульсного генератора нейтронов мощностью ~10^8 н/с. В качестве детектора мгновенного ГИРЗ использован монокристалл германат висмута. Длина зонда выбрана равной 85см. Длительность нейтронного импульса ~20мкс. Период – 2000мкс. Время задержки t_1 выбрано 400 мкс, время задержки t_2 выбрано 900 мкс. Инверсионное время задержки ~ 600 мкс.

Регистрация гамма-излучения осуществлялась как во временном, так и энергетическом режиме. Энергетический порог выбран более 4 МэВ.

Граничные значения интерпретационного параметра $\Psi_{гр.}$ найдены на основе измерений на опорных пластах ОПН и ОПВ и комплексной интерпретации результатов исследований скважин и пластопересечений с известными данными о насыщенности пласта (водонасыщенный или нефтенасыщенный). Отношение граничных значений $\Psi_{гр.}$ для ОПВ и ОПН составляет 9,7, что свидетельствует о высокой чувствительности предлагаемого способа. Путем сравнения измеренных текущих значений Ψ_i с граничными определяли принадлежность пласта к водонасыщенному или нефтенасыщенному. На основе интерпретации данных ИНГК скважин с 18 пластопересечениями достигнута достаточно высокая достоверность (90%) определения водонефтяного контакта. Граничные значения интерпретационного параметра $\Psi_{гр.}$ могут меняться при смене аппаратуры, опорных пластов и скважинных условий измерений.

Предлагаемый способ определения водонефтяного контакта характеризуется повышенной чувствительностью и достоверностью, что расширяет сферу его применения при геофизических исследованиях нефтяных скважин.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

НЕЙТРОННЫЙ ГАММА СПОСОБ ОЦЕНКИ ВОДОНЕФТЯНОГО КОНТАКТА В ПРОЦЕССЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Нейтронный гамма способ оценки водонефтяного контакта в процессе геофизических исследований скважин, заключающийся в облучении горных пород импульсным потоком быстрых нейтронов и регистрации гамма-излучения радиационного захвата (ГИРЗ) тепловых нейтронов, отличающийся тем, что устанавливают длину зонда L, не менее трех длин диффузии нейтронов и дополнительно на опорных нефтенасыщенном (ОПН) и водонасыщенном (ОПВ) пластах устанавливают временную зависимость интенсивности ГИРЗ от времени задержки t, находят значение инверсионного времени задержки $t_И$, при котором обеспечивается равенство интенсивностей ГИРЗ от опорных пластов ОПН и ОПВ, выбирают время задержки: t_1 менее найденного времени $t_И$; t_2 более найденного времени $t_И$, измеряют во временном окне Δt интенсивности ГИРЗ: N_1 – при выбранном времени t_1, N_2 – при выбранном времени t_2, $N_И$ – при выбранном времени $t_И$, измеряют текущие значения N_1, N_2 и $N_И$, а положение водонефтяного контакта оценивают путем сравнения измеренных отношений:

$$\Psi_i = \frac{N_1(t_1) - N_2(t_2)}{N_И(t_И)}$$

с априорно установленными граничными значениями $\Psi_{гр.}$, определяющими принадлежность пласта.

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202290284

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G01N 23/22 *(2018.01)*
G01V 5/00 *(2006.01)*

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
G01N, G01V, E21B

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПАТИС, Esp@cenet, PatSearch, Google Patents, PATENTSCOPE

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	KZ 25152 A4 (ПАК Ю. Н. и др.) 15.12.2011.	1
A	SU 408253 A1 (ТРЕСТ «ТАТНЕФТЕГЕОФИЗИКА») 10.12.1973.	1
A	RU 2476671 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН» (ОАО НПП «ВНИИГИС»)) 27.02.2013.	1
A	US 2019219558 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORP) 18.07.2019.	1

☐ последующие документы указаны в продолжении графы

* Особые категории ссылочных документов:
«A» - документ, определяющий общий уровень техники
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке
«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«T» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **08/06/2022**

Уполномоченное лицо:
Начальник отдела механики,
физики и электротехники

Д.Ф. Крылов