

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



WIPO | РСТ



(10) Номер международной публикации
WO 2015/076706 A1

(43) Дата международной публикации
28 мая 2015 (28.05.2015)

- (51) Международная патентная классификация:
E21B 47/07 (2012.01) *E21B 47/00* (2012.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2014/000874
- (22) Дата международной подачи:
18 ноября 2014 (18.11.2014)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2013151155 19 ноября 2013 (19.11.2013) RU
- (71) Заявитель (только для GB, JP, NL): ШЛЮМБЕРЖЕ ХОЛДИНГС ЛИМИТЕД (SCHLUMBERGER HOLDINGS LIMITED); Крейгмуир Чэмберс, а.я. 71 Род Таун, Тортола, Road Town, Tortola (VG).
- (71) Заявитель (только для CA): ШЛЮМБЕРЖЕ, КАНАДА ЛИМИТЕД (SCHLUMBERGER CANADA LIMITED) [CA/CA]; 7 флор, 525-3 Авеню С.В, О Клэр Плэйс 1 Алберта, Калгари, T2P 0G4, Alberta, Calgary (CA).
- (71) Заявитель (только для AL, AU, AZ, BG, CO, CZ, DE, DK, GQ, GR, HU, ID, IE, IL, IT, KR, KZ, LT, MX, MY, NO, NZ, OM, PL, RO, RU, SI, SK, TD, TM, TN, TR, TT, UZ, ZA): ШЛЮМБЕРЖЕ, ТЕХНОЛОДЖИ Б.В. (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.) [NL/NL]; Паркштраат 83-89 Гаага, NL-2514JG, The Hague (NL).
- (71) Заявитель (только для FR): СЕРВИСЕС, ПЕТРОЛИЕРС ШЛЮМБЕРЖЕ (SERVICES PETROLIERS SCHLUMBERGER) [FR/FR]; 42 рю Сент Доминик Париж, F-75007, Paris (FR).
- (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме AL, AU, AZ, BG, CA, CO, CZ, DE, DK, FR, GB, GQ, GR, HU, ID, IE, IL, IT, JP, KR, KZ, LT, MX, MY, NL, NO, NZ, OM, PL, RO, RU, SI, SK, TD, TM, TN, TR, TT, US, UZ, ZA): ПРАД, РИСЕЧ ЭНД ДЕВЕЛОПМЕНТ ЛИМИТЕД (PRAD RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED); Крейгмуир Чэмберс, а/я 71 Род Таун, Тортола, Road Town, Tortola (VG).
- (71) Заявитель (только для US): ШЛЮМБЕРЖЕ, ТЕХНОЛОДЖИ КОРПОРЕЙШН (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION) [US/US]; 300

Шлюмберже Драйв Техас, Шугар Лэнд, 77478, Texas, Sugar Land (US).

- (72) Изобретатель; и
- (71) Заявитель (только для US): ШАКО, Валерий Васильевич (SHAKO, Valery Vasilyevich) [RU/RU]; ул. Рабочая, 44-173 Московская обл., г. Домодедово, 142003, Moscow region, g. Domodedovo (RU).
- (72) Изобретатели: ПИМЕНОВ, Вячеслав Павлович (PI-MENOV, Vyacheslav Pavlovich); ул. Профсоюзная, 142-4-128 Москва, 117321, Moscow (RU). ПАРШИН, Антон Владимирович (PARSHIN, Anton Vladimirovich); Пятницкое шоссе, 12/2-22 Москва, 125464, Moscow (RU).
- (74) Агент: АРХИПОВА, Вера Николаевна (ARKHIPOVA, Vera Nikolaevna); Технологическая компания Шлюмберже, ул. Пудовкина, 13, Москва, 119285, Moscow (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Опубликована:
— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE THERMAL CONDUCTIVITY PROFILE OF ROCKS IN A WELLBORE

(54) Название изобретения : СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ

(57) Abstract: A casing string with temperature sensors fastened to the outside surface thereof is lowered into a wellbore, and cement is pumped into the annular space between the casing string and the walls of the wellbore. During the pumping and setting of the cement, temperature measurements are taken, and the thermal conductivity of the rocks surrounding the wellbore is determined according to the temperature-time relationship observed.

(57) Реферат: В скважину опускают обсадную колонну с прикрепленными на ее наружную поверхность датчиками температуры и закачивают цемент в кольцевой зазор между обсадной колонной и стенками скважины. В процессе закачки и затвердевания цемента осуществляют измерения температуры и определяют теплопроводность окружающих скважину горных пород по измеренной зависимости температуры от времени.

WO 2015/076706 A1



-
- до истечения срока для изменения формулы изобретения и с повторной публикацией в случае получения изменений (правило 48.2(h))

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД В СКВАЖИНЕ

Изобретение относится к геофизическим исследованиям скважин и может найти применение для определения тепловых свойств пластов горных пород, окружающих скважины.

Знание тепловых свойств и, в частности, теплопроводности горных пород необходимо для моделирования и оптимизации процесса добычи нефти и газа, особенно для оптимизации тепловых способов добычи тяжелых нефтей. Тепловые свойства пород обычно измеряют в лабораторных условиях на образцах керна, извлеченного из скважины. При этом результаты измерения теплоемкости пород вполне применимы для моделирования поля температур нефтяного пласта, а результаты измерения теплопроводности керна могут существенно отличаться от теплопроводности блоков горных пород *in-situ*. Это связано с:

- (1) изменением свойств пород керна при бурении,
- (2) отличием лабораторных РТ условий от пластовых,
- (3) влиянием свойств пластовых флюидов, которое не всегда учитывают при проведении лабораторных измерений.

Одной из важнейших проблем является представительность результатов лабораторных измерений. Обычно выход керна существенно ниже 100% и лабораторные исследования не дают информации о свойствах трещиноватых пропластков и слабо консолидированных пород (где выход керна мал), что могут существенно повлиять на величину теплопроводности больших блоков горных пород, которая используется при моделировании резервуаров. Поэтому, в дополнение к лабораторным исследованиям на керне, на протяжении многих лет проводят эксперименты по определению тепловых свойств пород *in-situ*, в скважине, но до настоящего времени не разработан пригодный для практического использования способ или прибор.

Было предложено много различных подходов к определению теплопроводности пород *in-situ*. Например, предлагалось использовать для этой цели процесс восстановления невозмущенной температуры массива после бурения или после промывки скважины (см. Дахнов В.Н., Дьяконов Д.И., Термические исследования скважин, 1952, ГНТИНГТЛ, Москва, 128 с.). Недостатком этого способа является сильная зависимость результатов измерений от перетоков и свободной тепловой

конвекции флюида в скважине, от радиуса скважины и положения датчика температуры в скважине. Кроме того, сложно точно смоделировать тепловое возбуждение массива при бурении или промывке скважины, что необходимо для количественной интерпретации измеренной температуры и оценки тепловых свойств пород.

Большая часть работ по определению теплопроводности пород *in-situ* основана на теории линейного источника тепла. В скважину помещают достаточно длинный (3-5 м) нагреваемый зонд и регистрируют скорость увеличения температуры этого зонда, которая зависит от тепловых свойств окружающих пород (см., например, Huenges, E., Burhardt, H., and Erbas, K., 1990. Thermal conductivity profile of the KTB pilot corehole. *Scientific Drilling*, 1, 224-230). Основными недостатками этого способа являются большое время (порядка 12 часом), необходимое для измерения тепловых свойств на каждом участке скважины, искажения, связанные со свободной тепловой конвекцией флюида в скважине, и необходимость подвода к скважинному зонду значительной электрической мощности.

Некоторые способы используют небольшие нагреваемые зонды, которые прижимают к стенке скважины (см. Kiyohashi H., Okumura K., Sakaguchi K., and Matsuki K., 2000. Development of direct measurement method for thermophysical properties of reservoir rocks in situ by well logging, *Proceedings World Geothermal Congress 2000*, Kyushu-Tohoku, Japan, May 28 – June 10, 2000. Эти способы позволяют уменьшить продолжительность измерений, однако они требуют гладких стенок скважины, сложного оборудования, сложной численной модели для определения тепловых свойств пород по результатам измерения температуры зонда и позволяют оценить тепловые свойства только очень тонкого (1-3 см) слоя породы вблизи стенок скважины. Этот слой был подвергнут механическим напряжениям при бурении, может иметь техногенную трещиноватость, поры в породе заполнены буровым раствором, а не пластовым флюидом, поэтому тепловые свойства этого слоя могут существенно отличаться от свойств пород вдали от скважины.

Известны также способы, использующие подвижные зонды. Источник тепла находится в головной части зонда, датчик температуры – на конце зонда (см., например, патент США 3,892,128). Эти способы позволяют быстро оценивать тепловые свойства пород на значительном интервале глубин, однако, как и в предыдущем случае, они дают информацию о свойствах только очень тонкого слоя пород вокруг скважины.

Технический результат, достигаемый при реализации изобретения, заключается в обеспечении возможности одновременного получения информации о свойствах относительно толстого (около 1 м) слоя пород вокруг скважины и информации о теплопроводности пород для всего цементируемого интервала глубин; кроме того, он не требует подвода в скважину электрической энергии.

Указанный технический результат достигается тем, что в соответствии с предлагаемым способом определения профиля теплопроводности горных пород в скважину опускают обсадную колонну с прикрепленными на ее наружную поверхность датчиками температуры, закачивают цемент в кольцевой зазор между обсадной колонной и стенками скважины, в процессе закачки и затвердевания цемента осуществляют измерения температуры и определяют теплопроводность окружающих скважину горных пород по формуле

$$\lambda(z) = \frac{Q_c \cdot V_a(z)}{4\pi \cdot C(z)}$$

где $\lambda(z)$ – теплопроводность пород на глубине z , Q_c – тепло гидратации цемента, $V_a(z)$ – объем кольцевого зазора, приходящийся на метр длины скважины, на глубине z , $C(z)$ – коэффициент, определяемый методом линейной регрессии при аппроксимации зависимости измеренной в скважине температуры $T(z,t)$ от обратного времени t^{-1} асимптотической формулой

$$T(z,t) = T_f(z) + C(z) \cdot t^{-1}$$

где $T_f(z)$ – температура пород на глубине z .

В качестве датчиков температуры может быть использован оптоволоконный датчик.

Изобретение поясняется чертежами, где на Фиг. 1 приведена геометрия цилиндрически симметричной модели, которая использовалась при расчетах, на фиг. 2 – результаты численного моделирования зависимости температуры цемента от обратного времени, прошедшего после начала гидратации для двух значений теплопроводности пород.

Как показано на фиг.1, в соответствии с предлагаемым изобретением для температурного мониторинга процесса закачки и затвердевания (гидратации) цемента и последующего температурного мониторинга добычи нефти/газа или закачки флюида 1

в скважину, окруженную породой 4, опускают обсадную колонну 2 с прикрепленным к ней кабелем волоконного измерителя 5 температуры.

Во время гидратации цемента 3, закаченного в кольцевой зазор между обсадной колонной 2 и стенками скважины, происходит выделение значительного количества тепла ($Q_c = 100 \div 200$ МДж на 1 м^3 цементного раствора). Максимальное увеличение температуры во время затвердевания цемента составляет приблизительно $20 - 50^\circ\text{C}$. Основная стадия гидратации цемента (и выделения тепла) имеет продолжительность 30 – 50 часов, после чего радиус области, имеющей повышенную температуру, увеличивается и температура в скважине релаксирует к невозмущенной температуре пород на рассматриваемой глубине.

Скорость релаксации температуры зависит от количества избыточной тепловой энергии Q , приходящейся на 1 м длины скважины, и тепловых свойств пород, окружающих скважину. Избыточную тепловую энергию Q можно найти как произведение измеренного в лаборатории тепла гидратации цемента Q_c и объема кольцевого зазора, который определяется внешним радиусом обсадной колонны r_{co} и измеренным с помощью калипера радиусом скважины, зависящим от глубины z : $r_w(z)$. Таким образом, скорость восстановления температуры в скважине после цементации определяется исключительно тепловыми свойствами окружающих пород.

Ниже приведена теоретическая модель, которая используется как основа для определения тепловых свойств пород по измеренной в скважине зависимости температуры от времени.

Известно решение цилиндрически симметричной задачи кондуктивной теплопроводности об эволюции во времени произвольного начального распределения температуры в однородной среде (см., например, Карслоу Г., Егер Д., 1964. Теплопроводность твердых тел, М., Наука, с.88). В частном случае начального распределения температуры, имеющего форму цилиндра,

$$T(r, t = 0) = \begin{cases} 0 & r > r_0 \\ \Delta T_0 & r \leq r_0 \end{cases} \quad (1)$$

зависимость от времени температуры в центре этого цилиндра имеет вид:

$$T(r = 0, t) = T_c(t) = \Delta T_0 \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{r_0^2}{4 \cdot a \cdot t}\right) \right] \quad (2)$$

где r_0 есть радиус цилиндра, ' a ' есть температуропроводность среды.

При достаточно больших временах после начала релаксации температуры ($t \gg 2 \cdot r_0^2/a$), экспонента в формуле (2) может быть разложена в ряд и выражение для температуры на оси цилиндра примет вид

$$T_c(t) \approx \frac{\Delta T_0 \cdot r_0^2}{4 \cdot a \cdot t}, \quad (3)$$

Эта формула может быть записана в виде общего закона сохранения энергии (путем умножения числителя и знаменателя (3) на множитель $\pi \cdot \rho c$):

$$T_c(t) \approx \frac{Q}{4\pi \cdot \rho c \cdot a \cdot t} = \frac{Q}{4\pi \cdot \lambda \cdot t} \quad (4)$$

где $Q = \pi r_0^2 \cdot \rho c \cdot \Delta T_0$ есть количество избыточной тепловой энергии в среде, λ и ρc – теплопроводность и объемная теплоемкость среды.

Численные эксперименты показывают, что обобщенная асимптотическая формула (4) справедлива при любом виде начального распределения температуры. При этом r_0 есть характерный размер области, в которой начальная температура существенно отличается от температуры окружающей среды, и требуется выполнение условия :

$$t \gg \frac{2 \cdot r_0^2}{a} \quad (5)$$

Формула (4) показывает, что если начальное тепловое возмущение в цилиндрически симметричной задаче задавать в виде количества избыточной тепловой энергии в однородной среде, то асимптотическое поведение температуры определяется исключительно теплопроводностью среды.

В рассматриваемом случае среда гетерогенна (Фиг. 1): скважинный флюид ($0 < r < r_{ci}$, r_{ci} – внутренний радиус обсадной колонны), обсадная колонна ($r_{ci} < r < r_{co}$, r_{co} – внешний радиус обсадной колонны), цемент ($r_{co} < r < r_w$, r_w – радиус скважины) и порода ($r_w < r$) имеют существенно разные тепловые свойства. Тем не менее, как показывают численные расчеты, асимптотическая формула (4) достаточно точно описывает изменение скважинной температуры со временем. Это объясняется тем, что при больших временах увеличение радиуса нагретой области определяется исключительно теплопроводностью пород, а радиальные вариации температуры вблизи скважины невелики.

В рассматриваемом случае избыточная тепловая энергия Q определяется произведением тепла гидратации цемента Q_c (J/m^3) и объема кольцевого зазора V_a (m^3) на один метр длины скважины)

$$Q(z) = Q_c \cdot V_a(z) \quad (6)$$

$$V_a(z) = \frac{\pi}{L} \cdot \int_{z-\frac{L}{2}}^{z+\frac{L}{2}} (r_w(z)^2 - r_{co}^2) dz \quad (7)$$

где L есть интервал глубин, который используется для усреднения объема кольцевого зазора. Типичная величина этого параметра $L=2\div 3$ м, она дает вертикальную разрешающую способность предлагаемого метода. Величина L определяется сглаживающим эффектом вертикальной кондуктивной теплопередачи в породе и типичным временем проведения измерений.

Если невозмущенная температура $T_f(z)$ пород на рассматриваемой глубине z известна, то теплопроводность пород $\lambda(z)$ определяется значением функции $F(z,t)$ при больших временах ($t > t_0$):

$$4\pi \cdot t \cdot [T_{DTS}(z,t) - T_f(z)] = F(z,t) \xrightarrow{t > t_m} \lambda(z) \quad (8)$$

Время t_m должно быть больше продолжительности основной стадии гидратации цемента и времени, при котором становится применима асимптотическая формула (4). Типичное значение $t_m=100-150$ часов.

Обычно невозмущенная температура пород $T_f(z)$ неизвестна и теплопроводность пород предлагается находить следующим образом.

Измеренные значения температуры при $t > t_m$ аппроксимируют асимптотической формулой (при времени гидратации более 100 часов)

$$T(z,t) = T_f(z) + C(z) \cdot t^{-1} \quad (9)$$

При этом методом линейной регрессии находят параметр $C(z)$ и температуру пород $T_f(z)$, которая не используется при последующем расчете теплопроводности.

Параметр C используют для расчета теплопроводности пород по формуле:

$$\lambda(z) = \frac{Q_c \cdot V_a(z)}{4\pi \cdot C(z)} \quad (10)$$

Предлагаемый способ определения теплопроводности пород был проверен на синтетических случаях, подготовленных в помощью коммерческого симулятора

Comsol. Геометрия цилиндрически симметричной модели, которая использовалась при расчетах, приведена на Фиг. 1.

Внутренние и внешние радиусы обсадной колонны равны $r_{ci}=0.1$ м, $r_{co}=0.11$ м, радиус скважины $r_w=0.18$ м, внешний радиус расчетной области $r_e=20$ м. И использованные при расчетах тепловые свойства скважинного флюида (приведено эффективное значение теплопроводности, учитывающее свободную тепловую флюида), обсадной колонны, цемента и породы приведены в Таблице.

Таблица

	ТС, Вт/м/К	ρ , кг/м ³	C, Дж/кг/К
Флюид	3 (эффективное значение)	1000	4000
Колонна	30	7800	500
Цемент	0.8	2600	900
Порода	1 и 2	2700	1000

Использовалась следующая аналитическая формула для мощности тепловыделения при гидратации цемента $q(t)$:

$$q(t) = \frac{Q}{\sqrt{\pi} \cdot t_1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{t-t_0}{t_1}\right)^2\right], \quad Q_c = \int_0^{\infty} q(t) dt$$

Вычисления проводились для следующих параметров, характеризующих тепловыделение при гидратации цемента: $Q_c=1.5 \cdot 10^8$ Дж/м³, $t_0=6$ час, $t_1=8$ час.

На Фиг. 2 приведена расчетная зависимость температуры в кольцевом зазоре на расстоянии 0.13 м от оси скважины от обратного времени t^{-1} , с⁻¹. (интервал времени 300 - 100 часов с начала гидратации цемента) для двух значений теплопроводности пород: $\lambda = 1$ и 2 Вт/м/К. Уравнения регрессии и белые линии соответствуют линейной аппроксимации результатов численного моделирования. Начальная температура принималась равной нулю. В приведенном интервале времени расчетные зависимости хорошо описываются прямыми линиями (9). Показанные на фигуре уравнения регрессии имеют близкие к нулю свободные члены (0.0283 и 0.0473), что соответствует нулевой начальной температуре, а подстановка в уравнение (10) коэффициентов уравнения регрессии ($C(1 \text{ Вт/м/К})=703030$ и $C(2 \text{ Вт/м/К})=387772$) дает следующие значения теплопроводности пород: 1.07 и 1.96 Вт/м/К.

Можно увеличить точность определения теплопроводности пород и существенно уменьшить необходимую продолжительность измерения температуры,

если для решения обратной задачи использовать численное моделирование процесса гидратации цемента в скважине.

Формула изобретения

1. Способ определения профиля теплопроводности горных пород в скважине, в соответствии с которым в скважину опускают обсадную колонну с прикрепленными на ее наружную поверхность датчиками температуры, закачивают цементный раствор в кольцевой зазор между обсадной колонной и стенками скважины, в процессе закачки и затвердевания цемента осуществляют измерения температуры и определяют теплопроводность окружающих скважину горных пород по формуле

$$\lambda(z) = \frac{Q_c \cdot V_a(z)}{4\pi \cdot C(z)}$$

где $\lambda(z)$ – теплопроводность пород на глубине z , Q_c – тепло гидратации цемента, $V_a(z)$ – объем кольцевого зазора, приходящийся на метр длины скважины на глубине z , $C(z)$ – коэффициент, определяемый методом линейной регрессии при аппроксимации зависимости измеренной в скважине температуры $T(z,t)$ от обратного времени t^{-1} асимптотической формулой

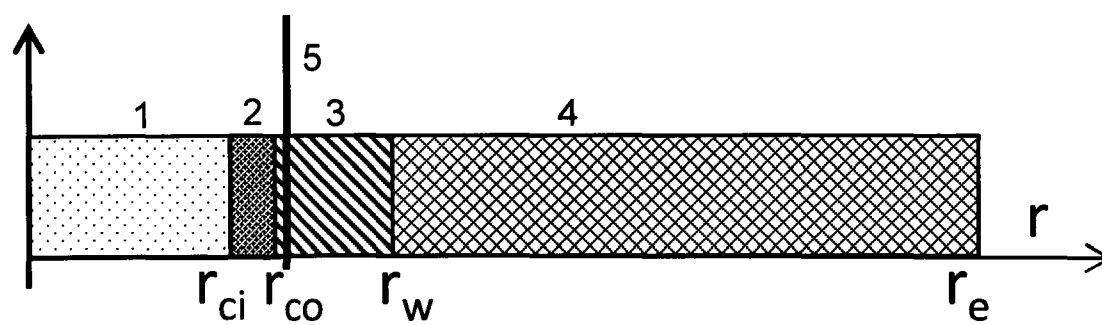
$$T(z,t) = T_f(z) + C(z) \cdot t^{-1},$$

где $T_f(z)$ – температура пород на глубине z .

2. Способ по п.1, в соответствии с которым в качестве датчиков температуры используют оптиковолоконный датчик.

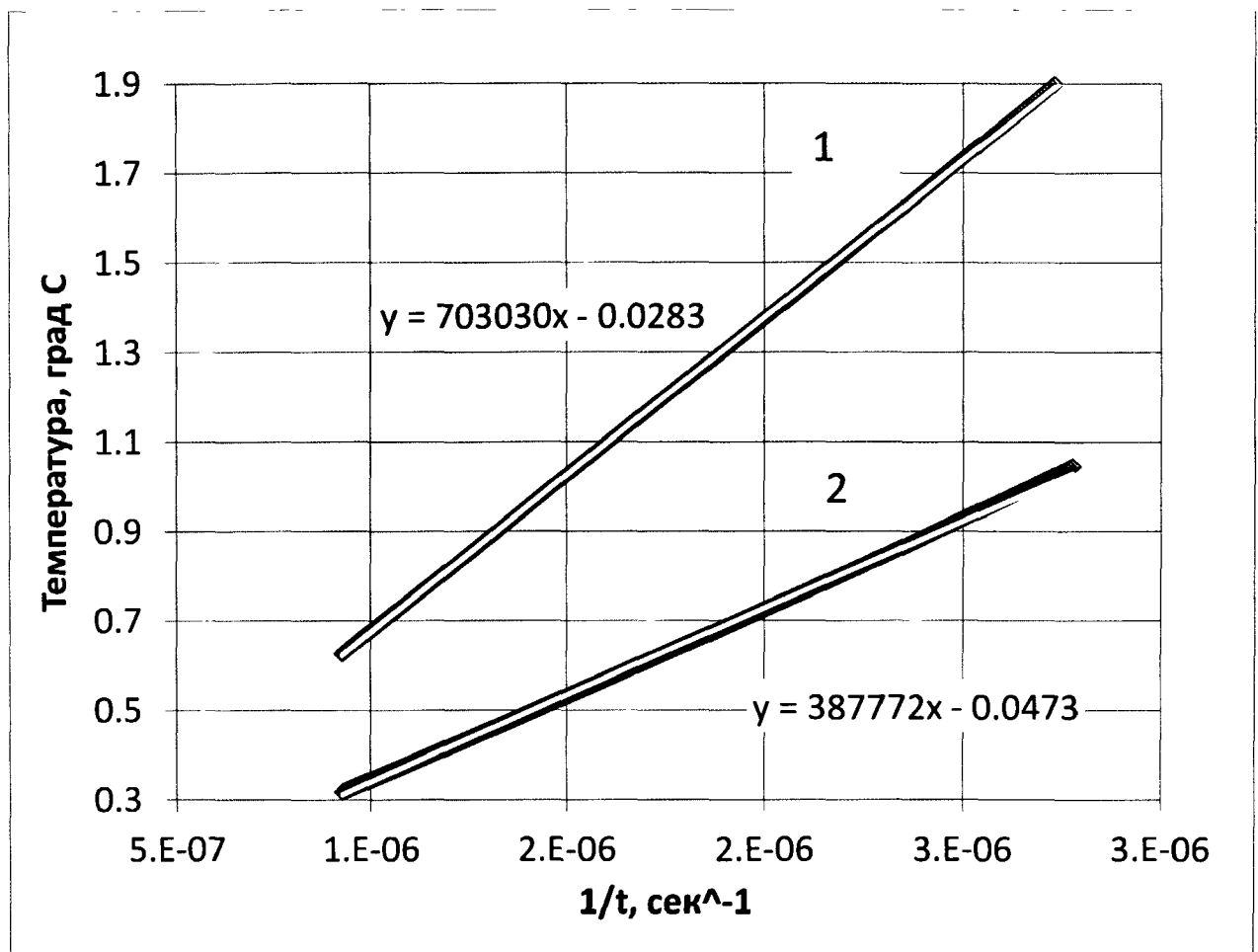
3. Способ по п.1, в соответствии с которым для определения теплопроводности пород используют численное моделирование процесса гидратации цемента в скважине.

1/2



Фиг. 1.

2/2



Фиг. 2.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2014/000874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 47/07 (2012.01) E21B 49/00 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21B 49/00, 47/00, 47/06, 47/07, G01V 8/00, 9/00, 11/00, G01N 25/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, DWPI, EAPATIS, PATENTSCOPE, Information Retrieval System of FIPS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2422633 C1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V.) 27.06.2011	1-3
A	US 2007/0221407 A1 (F.X. BOSTICK III et al.) 27.09.2007	1-3
A, D	US 3892128 A (TEXACO INC.) 01.07.1975	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 February 2015 (24.02.2015)	Date of mailing of the international search report 19 March 2015 (19.03.2015)
Name and mailing address of the ISA/ Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2014/000874

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>E21B 47/07 (2012.01)</i> <i>E21B 49/00 (2006.01)</i> Согласно Международной патентной классификации МПК		
В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) E21B 49/00, 47/00, 47/06, 47/07, G01V 8/00, 9/00, 11/00, G01N 25/18 Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, DWPI, EAPATIS, PATENTSCOPE, Information Retrieval System of FIPS		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2422633 C1 (ШЛЮМБЕРЖЕ ТЕКНОЛОДЖИ Б. В.) 27.06.2011	1-3
A	US 2007/0221407 A1 (F.X. BOSTICK III et al.) 27.09.2007	1-3
A, D	US 3892128 A (TEXACO INC.) 01.07.1975	1-3
☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов:	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	
“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	
“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	
“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом	
“О” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		
“Р” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета		
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
24 февраля 2015 (24.02.2015)	19 марта 2015 (19.03.2015)	
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37	Уполномоченное лицо: Григорян Т. Телефон № 499-240-25-91	