

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2810354

ТАМПОНАЖНЫЙ СОСТАВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Нуцкова Мария Владимировна (RU), Алхаззаа Мохаммад (RU)*

Заявка № 2023115512

Приоритет изобретения **14 июня 2023 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **27 декабря 2023 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **14 июня 2043 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C09K 8/467 (2023.08); C04B 28/04 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023115512, 14.06.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.06.2023Дата регистрации:
27.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.06.2023

(45) Опубликовано: 27.12.2023 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Нуцкова Мария Владимировна (RU),
Алхаззаа Мохаммад (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2745980 C1, 05.04.2021. RU
2151268 C1, 20.06.2000. RU 2718443 C1,
06.04.2020. RU 2750497 C1, 28.06.2021. WO
2020078578 A1, 23.04.2020.

(54) ТАМПОНАЖНЫЙ СОСТАВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазовой промышленности, в частности к тампонажным смесям, предназначенным для цементирования нефтяных, газовых скважин, перекрывающих интервалы проницаемых пластов при повышенных температурах. Технический результат - повышение эффективности крепления скважин в условиях повышенных температур. Тампонажный состав включает, мас. %: портландцемент ПЦТ-I-50 62,1-62,2; воду 31,2-

31,4, в качестве технического углерода - смесь нанодобавок 0,3-0,45; кремнеземный дым 6,0-6,4. Смесь нанодобавок содержит Графеноксид «GLC-GO», Углеродные нанотрубки CAS 308068-56-6, Нанокремнезем ОСЧ CAS 112926-00-8 при следующем соотношении в мас. % от массы тампонажного состава: 0,1:0,1:0,1, или 0,15:0,1:0,1, или 0,15:0,15:0,1, или 0,15:0,15:0,15 соответственно. 2 табл., 16 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C09K 8/467 (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C09K 8/467 (2023.08); C04B 28/04 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023115512, 14.06.2023**

(24) Effective date for property rights:
14.06.2023

Registration date:
27.12.2023

Priority:
(22) Date of filing: **14.06.2023**

(45) Date of publication: **27.12.2023** Bull. № 36

Mail address:
**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPGU, Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):
**Nutskova Mariya Vladimirovna (RU),
Alkhazaa Mokhammad (RU)**

(73) Proprietor(s):
**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

(54) **BACKFILL COMPOUND**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: cement mixtures intended for cementing oil and gas wells covering intervals of permeable formations at elevated temperatures. The cement composition includes, wt.%: Portland cement PCT-I-50 62.1-62.2; water 31.2-31.4, as carbon black, a mixture of nanoadditives 0.3-0.45; silica smoke 6.0-6.4. The mixture of nanoadditives comprises Graphene

Oxide GLC-GO, Carbon nanotubes CAS 308068-56-6, Nanosilica OSCh CAS 112926-00-8 at the following ratio in wt.% of the mass of the cement composition: 0.1:0.1:0.1, or 0.15:0.1:0.1, or 0.15:0.15:0.1, or 0.15:0.15:0.15 respectively.

EFFECT: increasing the efficiency of well casing under conditions of elevated temperatures.

1 cl, 1 tbl, 16 ex

RU 2 810 354 C1

RU 2 810 354 C1

Изобретение относится к нефтегазовой промышленности, в частности к тампонажным смесям, предназначенным для цементирования нефтяных, газовых скважин, перекрывающих интервалы проницаемых пластов при повышенных температурах.

Известна композиция для получения строительных материалов (патент RU №2345968, опубликованный 10.02.2009), содержащая цемент, песок, воду и углеродный наноматериал - сажу, полученную электродуговым методом и содержащую 7,0% углеродных нанотрубок, при следующем соотношении компонентов, мас. %: цемент - 20-30, наполнитель - 50-70, углеродный наноматериал - 1-2, вода - остальное.

Недостатком известной композиции является сложность промышленного производства сажи электродуговым методом в больших объемах.

Известен состав на основе минеральных вяжущих (патент RU №2233254, опубликованный 27.07.2004), включающий минеральное вяжущее, выбранное из группы, включающей цемент, известь, гипс, или их смеси и воду, дополнительно содержит углеродные кластеры фуллероидного типа с числом атомов углерода 36 и более при следующем соотношении компонентов в композиции (мас. %): минеральное вяжущее - 33-77; углеродные кластеры фуллероидного типа - 0,0001-2,0; вода - остальное. В качестве углеродных кластеров фуллероидного типа композиция может содержать полидисперсные углеродные нанотрубки, полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры с межслоевым расстоянием 0,34-0,36 нм и размером частиц 60-200 нм или смесь полидисперсных углеродных нанотрубок и фуллерена C60.

Недостатками данного состава является сложный компонентный состав и сложность промышленного производства углеродных кластеров фуллероидного типа в больших объемах.

Известен состав на основе минеральных вяжущих (патент RU №2447036, опубликованный 10.04.2012), включающий портландцемент, песок, воду и углеродный материал, а в качестве углеродного материала содержит водную суспензию кавитационно-активированного углеродсодержащего материала - КАУМ, в состав которого входят многослойные углеродные наноструктуры с межслоевым расстоянием 0,34-0,36 нм и размером частиц 60-200 нм, полидисперсные углеродные трубчатые образования с размерами 100000 Å-1000000 Å, гидрированные углеродные фрактальные структуры с размерами 1000 Å-1000000 Å и активный рыхлый углерод с размерами дефектных микрокристаллитов графита, примерно равными 10 Å при следующем соотношении компонентов в композиции, мас. %: портландцемент - 25-50, песок - 30-60, Водная суспензия КАУМ - 0,024-0,64, вода - остальное.

Недостатками данного состава являются сложность промышленного применения, вследствие отсутствия технологии получения углеродсодержащего материала - КАУМ в больших объемах.

Известен тампонажный материал (патент RU №2151268, опубликованный 20.06.2000), включающий портландцемент, углеродсодержащую добавку и хлорид кальция или натрия, в качестве углеродсодержащей добавки содержит технический углерод при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 44-46, технический углерод 30-50, хлорид кальция или натрия - остальное. Технический результат повышение седиментационной устойчивости раствора и получение электропроводного цементного камня.

Недостатком известного тампонажного материала является низкая прочность на сжатие и изгиб.

Известен тампонажный состав (патент на изобретение RU №2745980, опубликованный 05.04.2021), принятый за прототип, используемый для крепления нефтяных и газовых

скважин содержащий мас. %: портландцемент ПЦТ-I-50 66,0-63,0, вода - 33,0-31,0, технический углерод - 0,1-5,0, пластифицирующая добавка - остальное. В тампонажном материале в качестве углеродсодержащего материала могут быть использованы технический углерод, отходы технического углерода, сажа, графит. Недостатком прототипа является пониженная прочность тампонажного камня при повышенных температурах (75°C) по сравнению с нормальными температурами (20°C).

Техническим результатом является повышение эффективности крепления скважин в условиях повышенных температур.

Технический результат достигается тем, что дополнительно содержит кремнеземный дым, а качестве технического углерода содержит смесь нанодобавок Графеноксид «GLC-GO» + Углеродные нанотрубки CAS 308068-56-6 + Нанокремнезем ОСЧ CAS 112926-00-8 при следующем соотношении в мас. % от массы тампонажного состава 0,1: 0,1:0,1, или 0,15:0,1:0,1, или 0,15:0,15:0,1, или 0,15:0,15:0,15 соответственно при следующем соотношении компонентов тампонажного состава, мас. %:

| | | |
|----|-----------------------------|-----------|
| 15 | портландцемент ПЦТ-I-50 | 62,1-62,2 |
| | вода | 31,2-31,4 |
| | указанная смесь нанодобавок | 0,3-0,45 |
| | кремнеземный дым | 6,0-6,4. |

Заявляемый тампонажный состав для повышения прочности цементного камня для крепления скважин включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие:

- портландцемент ПЦТ-I-50 - 62,1-62,2 мас %, выпускаемый по ГОСТ 1581-96;
- вода - 31,2-31,4%; выпускаемая по ГОСТ 23732-79;
- нанодобавки - 0,3-0,5%, Графеноксид «GLC-GO», выпускаемый по ТУ «Ningbo Morsh Technology» + Углеродные нанотрубки, выпускаемые по CAS №308068-56-6 + Нанокремнезем, выпускаемый по CAS №112926-00-8;
- кремнеземный дым - 6,4-5,9%, выпускаемый по CAS №69012-64-2.

Портландцемент марки ПЦТ-I-50 имеет ряд преимуществ, а именно повсеместную доступность, высокий темп набора прочности, раннее образование замкнутой пористости, высокую прочность цементного камня, устойчивость к воздействию умеренных и повышенных температур. Растворы из портландцемента отличаются быстрым схватыванием и быстрым твердением, особенно при умеренных и повышенных температурах.

Вода должна соответствовать требованиям технической воды и не содержать механических примесей.

Графеноксид является важным производным материала графена и может быть рассмотрен как слой графена с пришитыми кислородсодержащими функциональными группами. Его свойства и структура похожи на графен. Распространенные методы получения графеноксида включают метод Броди, метод Штауденмайера и метод Хаммерса. По сравнению с графеном, прививка кислородсодержащих функциональных групп может снизить ван-дер-ваальсово взаимодействие между слоями графеноксида и повысить гидрофильность листов графеноксида. Кроме того, кислородсодержащие функциональные группы могут участвовать в химических или физических взаимодействиях, обеспечивая большое количество активных мест для связывания других функциональных групп и органических молекул. Благодаря этим преимуществам, графеноксид также является одним из ключевых направлений исследований наномодификации на основе цемента.

Углеродные нанотрубки CAS №308068-56-6 обладают несколькими преимуществами

как материалы для армирования цемента по сравнению с более традиционными волокнами. Во-первых, они обладают значительно большей прочностью, чем конвенциональные волокна, что должно улучшить общее механическое поведение. Во-вторых, они обладают более высокими соотношениями сторон, требующими
5 значительно больших энергий для распространения трещин, чем в случае волокон с более низким соотношением сторон. В-третьих, углеродные нанотрубки обладают меньшими диаметрами, что означает, что при условии равномерного распределения их согласно изобретению, они могут быть широко распределены в цементной матрице с уменьшенным расстоянием между волокнами. Следует отметить, что используемые
10 в составе нанотрубки имеют диаметр в диапазоне от 5 до 15 нанометров, а длина составляет от 10 до 20 нанометров. Для достижения хорошего усиления композита критически важно иметь равномерное распределение углеродных нанотрубок в матрице.

Нанокремнезем наночастицы оксида кремния могут быть определены как наноксид кремния с размером частицы, меньшим или равным примерно 100 нм. Например,
15 наночастицы оксида кремния могут иметь размер в диапазоне от примерно 1 до примерно 100 нм от примерно 1×10^{-9} до примерно 100×10^{-9} м. В определенных примерных вариантах воплощения наночастицы оксида кремния могут иметь размер, меньший или равный примерно 50 нм.

Например, по сравнению с включением в состав цементного раствора коллоидного
20 оксида кремния или более крупных частиц оксида кремния, включение в состав цементного раствора наночастиц оксида кремния может обеспечить улучшение механических свойств, таких как прочность на сжатие, прочность на растяжение, модуль Юнга и коэффициент Пуассона.

В примерных вариантах воплощения наночастицы оксида кремния могут
25 присутствовать в цементной композиции в количестве, лежащем в диапазоне от примерно 1 до примерно 25 мас. %.

Кремнеземный дым, также известный как микрокремнезем, является побочным продуктом производства сплавов кремния и ферросилиция. Это мелкий порошок,
30 состоящий из сферических частиц диаметром от 0,1 до 1,0 микрон, который включает восстановление кремнезема в высокотемпературной электродуговой печи. Испаренный кремнезем собирается и охлаждается с образованием микрокремнезема. Кремнеземный дым представляет собой пуццолановый материал, что означает, что он реагирует с гидроксидом кальция в присутствии воды с образованием гидрата силиката кальция, основное связующее в бетоне. Благодаря высокой пуццолановой активности и тонкости
35 имеет большую удельную поверхность от 15 до 30 м²/г, высокая пуццолановая активность, и низкий рН меньше, чем 1,0. Он в основном используется в бетоне в качестве пуццолана для повышения его прочности, долговечности и устойчивости к химическому воздействию. Также уменьшает водоотдачу и седиментационную
40 неустойчивость в тампонажном растворе, увеличивает его когезию и вязкость.

Пример 1. Базовый состав (без нанодобавок). Тампонажная смесь приготавливается следующим образом. Получение диспергированной смеси путем смешивания воды и кремнеземного дыма в ультразвуковой ванне. Затем диспергированную смесь воды и кремнеземного дыма смешивают с цементом в следующем порядке: диспергированная
45 смесь воды и кремнеземного дыма добавляется в цемент или цемент добавляется в смесь и выдерживается в течение 30 секунд для поглощения воды. Затем проводят перемешивание на низкой скорости от 135 до 145 об/мин в течение 30 секунд, после чего перемешивание прекращают и любое тесто, которое могло собраться на стенках чаши в партии, соскребают в течение 15 секунд. Затем перемешивание продолжают в

течение 60 секунд при средней скорости от 275 до 295 об/мин.

Полученное цементное тесто после смешивания разливают в формы для определения предела прочности камня МПа при одноосном давлении и выдерживают при температуре 20°C в течение 1, 7 суток, а также при температуре 160°C в условиях паровой бани в течение 1, 7 сут, с целью измерения максимальной прочности цементного камня на одноосное сжатие МПа.

Приготовленный цементный раствор имеет плотность 1,93 г/см³.

Примеры 2-16. Для приготовления раствора предлагаемой смеси таблица 1, составы 2-16. В первую очередь необходимо смешать воду с кремнеземным дымом и нанодобавками в течение 15-30 сек. Далее приготавливают тампонажный раствор путем добавления цемента при водоцементном отношении 0,5. В соответствии с протоколом стандарта ASTM 305 смесь добавляется в цемент или цемент добавляется в смесь и выдерживается в течение 30 секунд для поглощения воды.

Затем проводят перемешивание на низкой скорости от 135 до 145 об/мин в течение 30 секунд, после чего перемешивание прекращают и любое тесто, которое могло собраться на стенках чаши в партии, соскребают в течение 15 секунд. Затем перемешивание продолжают в течение 60 секунд при средней скорости от 275 до 295 об/мин.

Полученное цементное тесто после смешивания разливают в формы для определения предела прочности камня МПа при одноосном давлении и выдерживают при температуре 20°C в течение 1, 7 суток, а также при температуре 160°C в условиях паровой бани в течение 1, 7 сут, с целью измерения максимальной прочности цементного камня на одноосное сжатие МПа.

Приготовленный цементный раствор имеет плотность 1,93 г/см³.

Составы и структурно-реологические результаты заявляемой тампонажной смеси приведены в таблице 1. Полученные результаты прочностных испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 1 - Концентрации нанодобавок, используемых в цементной смеси, % мас.

| № | Состав, мас. % | | | | | |
|----|----------------|------------------|------|--------------|---------------|----------------|
| | ПЦТ-I- 50 | кремнеземный дым | Вода | Нано добавки | | |
| | | | | Нанотрубки | Оксид графена | Нано кремнезем |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 61,30 | 8,0 | 30,7 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 61,55 | 7,6 | 30,8 | 0,05 | 0 | 0 |
| 3 | 61,60 | 7,4 | 30,9 | 0,05 | 0,05 | 0 |
| 4 | 61,75 | 7,2 | 30,9 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 5 | 61,70 | 7,2 | 30,9 | 0,1 | 0,05 | 0,05 |
| 6 | 61,85 | 6,8 | 31,1 | 0,1 | 0,1 | 0,05 |
| 7 | 62,10 | 6,4 | 31,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 8 | 62,15 | 6,3 | 31,2 | 0,15 | 0,1 | 0,1 |
| 9 | 62,20 | 6,1 | 31,3 | 0,15 | 0,15 | 0,1 |
| 10 | 62,15 | 6,1 | 31,3 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 11 | 62,20 | 5,9 | 31,4 | 0,2 | 0,15 | 0,15 |
| 12 | 62,45 | 5,5 | 31,5 | 0,2 | 0,2 | 0,15 |
| 13 | 62,40 | 5,5 | 31,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 14 | 62,65 | 5,1 | 31,6 | 0,25 | 0,2 | 0,2 |
| 15 | 62,60 | 5,1 | 31,6 | 0,25 | 0,25 | 0,2 |
| 16 | 62,75 | 4,7 | 31,8 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

Пример 2. Кремнеземный дым в количестве 7,6 мас. % смешивают с нанодобавками

0,05 мас. % (Нанотрубки 0,05%; Оксид графена 0,0%; Нанокремнезем 0,0%) и водой 30,8 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 61,55 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

5 Пример 3. Кремнеземный дым в количестве 7,4 мас. % смешивают с нанодобавками 0,1 мас. % (Нанотрубки 0,05%; Оксид графена 0,05%; Нанокремнезем 0,0%) и водой 7,4 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 61,60 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

10 Пример 4. Кремнеземный дым в количестве 7,2 мас. % смешивают с нанодобавками 0,15 мас. % (Нанотрубки 0,05%; Оксид графена 0,05%; Нанокремнезем 0,05%) и водой 30,9 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 61,75 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

15 Пример 5. Кремнеземный дым в количестве 7,2 мас. % смешивают с нанодобавками 0,2 мас. % (Нанотрубки 0,1%; Оксид графена 0,05%; Нанокремнезем 0,05%) и водой 30,9 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 61,70 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

20 Примеры со 2 по 5 не считаются заявляемой цементной композицией, так как не обеспечивают требуемой степени повышения прочности.

Пример 6. кремнеземный дым в количестве 6,8 мас. % смешивают с нанодобавками 0,25 мас. % (Нанотрубки 0,1%; Оксид графена 0,1%; Нанокремнезем 0,05%) и водой 31,1 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 61,85
25 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1. Прочность на одноосное сжатие цементного камня при температуре 20°C составила 14,8 МПа и 33,2 МПа после 1 и 7 суток соответственно, а при температуре 160°C составила 40 МПа и 43 МПа после 1 день и 7 суток соответственно.

30 Пример 7. Кремнеземный дым в количестве 6,4 мас. % смешивают с нанодобавками 0,3 мас. % (Нанотрубки 0,1%; Оксид графена 0,1%; Нанокремнезем 0,1%) и водой 31,2 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,1 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1. Цементный состав считается
35 заявленным, так как прочности на одноосное сжатие цементного камня при температуре 20°C составила 15,5 МПа и 35,1 МПа после 1 и 7 суток соответственно, а при температуре 160°C составила 41,1 МПа и 44,2 МПа после 1 день и 7 суток соответственно.

Пример 8. Кремнеземный дым в количестве 6,3 мас. % смешивают с нанодобавками
40 0,35 мас. % (Нанотрубки 0,15%; Оксид графена 0,1%; Нанокремнезем 0,1%) и водой 31,2 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,15 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1. Цементный состав считается заявленным, так как прочности на одноосное сжатие цементного камня при температуре
45 20°C составила 16,3 МПа и 35,9 МПа после 1 и 7 суток соответственно, а при температуре 160°C составила 42,3 МПа и 45,5 МПа после 1 день и 7 суток соответственно.

Пример 9. Кремнеземный дым в количестве 6,1 мас. % смешивают с нанодобавками

0,4 мас. % (Нанотрубки 0,15%; Оксид графена 0,15%; Нанокремнезем 0,1%) и водой 31,3 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,20 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1. Цементный состав считается заявленным, так как прочности на одноосное сжатие цементного камня при температуре 20°C составила 17,8 МПа и 36,6 МПа после 1 и 7 суток соответственно, а при температуре 160°C составила 43,8 МПа и 46,9 МПа после 1 день и 7 суток соответственно.

Пример 10. Кремнеземный дым в количестве 6,1 мас. % смешивают с нанодобавками 0,45 мас. % (Нанотрубки 0,15%; Оксид графена 0,15%; Нанокремнезем 0,15%) и водой 31,3 мас.%. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,15 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1. Цементный состав считается заявленным, так как прочности на одноосное сжатие цементного камня при температуре 20°C составила 18,3 МПа и 37,4 МПа после 1 и 7 суток соответственно, а при температуре 160°C составила 44,1 МПа и 47,8 МПа после 1 день и 7 суток соответственно.

Пример 11. Кремнеземный дым в количестве 5,9 мас. % смешивают с нанодобавками 0,5 мас. % (Нанотрубки 0,2%; Оксид графена 0,15%; Нано кремнезем 0,15%) и водой 31,4 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,20 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

Пример 12. Кремнеземный дым в количестве 5,5 мас. % смешивают с нанодобавками 0,55 мас. % (Нанотрубки 0,2%; Оксид графена 0,2%; Нанокремнезем 0,15%) и водой 31,5 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,45 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

Пример 13. Кремнеземный дым в количестве 5,5 мас. % смешивают с нанодобавками 0,6 мас. % (Нанотрубки 0,2%; Оксид графена 0,2%; Нанокремнезем 0,2%) и водой 31,5 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,40 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

Пример 14. Кремнеземный дым в количестве 5,1 мас. % смешивают с нанодобавками 0,65 мас. % (Нанотрубки 0,25%; Оксид графена 0,2%; Нанокремнезем 0,2%) и водой 31,6 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,65 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

Пример 15. Кремнеземный дым в количестве 5,1 мас. % смешивают с нанодобавками 0,7 мас. % «Нанотрубки 0,25%; Оксид графена 0,25%; Нанокремнезем 0,2%» и водой 31,6 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,60 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

Пример 16. кремнеземный дым в количестве 4,7 мас. % смешивают с нанодобавками 0,75 мас. % (Нанотрубки 0,25%; Оксид графена 0,25%; Нано кремнезем 0,25%) и водой 31,8 мас. %. В раствор добавляют портландцемент марки ПЦТ-I-50 в количестве 62,75 мас. %. Получившийся состав тщательно перемешивают до получения однородной массы. Раствор приготавливают также, как в примере 1.

Примеры со 11 по 16 не считаются заявляемой цементной композицией, так как не

обеспечивают требуемой степени повышения прочности.

Состав композиции и прочностная характеристика приведены в таблицах 1 и 2. Таким образом, примеры с 7 по 10 представляют собой состав заявляемого цемента.

5 Применение предлагаемого тампонажного раствора позволит расширить область применения тампонажной смеси и обеспечить длительное надежное крепление обсадных колонн при нормальных, умеренных и повышенных температурах и повысить прочность адгезионного сцепления тампонажной смеси с горной породой и обсадной колонной.

10 Таблица 2 - результаты прочностных испытаний.

| № | Предел прочности на одноосное сжатие цементного камня, МПа | | | |
|----|--|---------|---------|---------|
| | 20°C | | 160°C | |
| | 1 сутки | 7 суток | 1 сутки | 7 суток |
| 1 | 11,4 | 25,3 | 22,8 | 24,4 |
| 2 | 12,3 | 26,4 | 34,7 | 36,2 |
| 3 | 13,6 | 28,7 | 36,8 | 38,5 |
| 4 | 13,87 | 30,8 | 37,7 | 40,1 |
| 5 | 14,2 | 32,3 | 38,4 | 41,2 |
| 6 | 14,8 | 33,2 | 40 | 43 |
| 7 | 15,5 | 35,1 | 41,1 | 44,2 |
| 8 | 16,3 | 35,9 | 42,3 | 45,5 |
| 9 | 17,8 | 36,6 | 43,8 | 46,9 |
| 10 | 18,3 | 37,4 | 44,1 | 47,8 |
| 11 | 9,8 | 22,7 | 21,1 | 21,8 |
| 12 | 10,8 | 24,5 | 22,2 | 23,3 |
| 13 | 7,5 | 19,5 | 18,9 | 19,9 |
| 14 | 7,1 | 17,2 | 18,5 | 19 |
| 15 | 7 | 17 | 18 | 18,9 |
| 16 | 7 | 17 | 17,8 | 18,3 |

Из таблицы 2 отмечаем, что образцы с 7 по 10 достигают явного улучшения, следовательно, тампонажная смесь повысит качество резьбы цементных обсадных труб и долговечность скважин при нормальных, средних и высоких температурах.

30 (57) Формула изобретения

Тампонажный состав, включающий портландцемент ПЦТ-I-50, воду и технический углерод, отличающийся тем, что дополнительно содержит кремнеземный дым, а в качестве технического углерода содержит смесь нанодобавок Графеноксид «GLC-GO» + Углеродные нанотрубки CAS 308068-56-6 + Нанокремнезем ОСЧ CAS 112926-00-8 при следующем соотношении в мас.% от массы тампонажного состава: 0,1:0,1:0,1, или 0,15:0,1:0,1, или 0,15:0,15:0,1, или 0,15:0,15:0,15 соответственно при следующем соотношении компонентов тампонажного состава, мас.%:

| | |
|-----------------------------|-----------|
| портландцемент ПЦТ-I-50 | 62,1-62,2 |
| вода | 31,2-31,4 |
| указанная смесь нанодобавок | 0,3-0,45 |
| кремнеземный дым | 6,0-6,4 |

45