

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2852050

ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР

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

Авторы: *Шаньшеров Александр Владимирович (RU), Лобачев Илья Максимович (RU), Блинов Павел Александрович (RU), Кунавых Кирилл Сергеевич (RU)*

Заявка № 2025109094

Приоритет изобретения 11 апреля 2025 г.
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 02 декабря 2025 г.
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 11 апреля 2045 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 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025109094, 11.04.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.04.2025

Дата регистрации:
02.12.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.04.2025

(45) Опубликовано: 02.12.2025 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II",
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Шаньшеров Александр Владимирович (RU),
Лобачев Илья Максимович (RU),
Блинов Павел Александрович (RU),
Купавых Кирилл Сергеевич (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 2761317 C1, 08.12.2021. RU
2642897 C1, 29.01.2018. RU 2576416 C1,
10.03.2016. RU 2761396 C1, 08.12.2021. RU
2385894 C1, 10.04.2010. RU 2796718 C1,
29.05.2023. WO 2005003053 A1, 13.01.2005.

(54) ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазовой промышленности, в частности к тампонажным растворам для цементирования скважин в интервалах залегания солевых толщ. Технический результат - повышение качества цементирования обсадных колонн в интервалах залегания солевых толщ за счет увеличения общей минерализации тампонажного раствора и добавок, устойчивых к агрессивным флюидам. Тампонажный раствор содержит, мас. %: тампонажный портландцемент бездобавочный высокой сульфатостойкости

марки ПЦТ-I-G-CC-1 57-59; микроальцит марки МК-5 - порошок, полученный путем помола мрамора, имеющий размер частиц 5 мкм, 5-6; хлорид кальция 1,6-2,1; гидроксоэтилцеллюлозу 0,16-0,18; хлорид натрия 6,5-7,0; пеногаситель No Foam - смесь неионогенных и анионных поверхностно-активных веществ 0,028-0,030; газоблокатор WellFix L - водный раствор латексного полимера 0,20-0,35; воду техническую - остальное. 1 табл., 35 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C09K 8/467 (2025.08)

(21)(22) Application: **2025109094, 11.04.2025**

(24) Effective date for property rights:
11.04.2025

Registration date:
02.12.2025

Priority:

(22) Date of filing: **11.04.2025**

(45) Date of publication: **02.12.2025** Bull. № 34

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj
otdel**

(72) Inventor(s):

**Shansherov Aleksandr Vladimirovich (RU),
Lobachev Iliia Maksimovich (RU),
Blinov Pavel Aleksandrovich (RU),
Kupavykh Kirill Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **GROUTING MORTAR**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to grouting mortars for cementing wells in intervals of salt strata occurrence. The grouting mortar contains, mas. %: sulphate-resistant Portland cement without additives of high sulphate resistance grade "ПЦТ"-I-G-CC-1 57-59; microcalcite grade "МК"-5 - powder obtained by grinding marble, having a particle size of 5 mc, 5-6; calcium chloride 1.6-2.1; hydroxyethyl cellulose 0.16-0.18; sodium

chloride 6.5-7.0; defoamer No Foam - a mixture of non-ionic and anionic surfactants 0.028-0.030; gas blocker WellFix L - an aqueous solution of a latex polymer 0.20-0.35; technical water - the rest.

EFFECT: improvement of the quality of casing cementing in intervals of salt strata occurrence due to an increase in the total mineralisation of the grouting mortar and additives resistant to aggressive fluids.

1 cl, 1 tbl, 35 ex

Изобретение относится к нефтегазовой промышленности, в частности к тампонажным растворам для цементирования скважин в интервалах залегания солевых толщ.

Известен состав тампонажного раствора с минерализованной жидкой фазой (Патент RU № 2109923, опубликованный 27.04.1998), который содержит портландцемент в количестве 41,46 - 50,65 мас. %, тонкодисперсный отход алюминиевого производства (ТОАП) в количестве 9,62 - 11,61 мас. %, сульфат натрия 0,71 - 1,29 мас. %, насыщенный водный раствор хлорида натрия - остальное.

Недостатком известного состава является недостаточное значение прочности цементного камня, которое снижается за счет увеличения концентрации хлорида натрия в тампонажном растворе, что приводит к хрупкости образованного цементного камня.

Известен состав тампонажного раствора (Патент RU № 2733584, опубликованный 05.10.2020), который содержит тампонажную смесь ГранЦЕМ - 7 - БГ в количестве 63,286 - 64,101 мас. %, нитрилотриметилфосфоновую кислоту НТФК в количестве 0,004 - 0,009 мас. %, 18%-ный раствор хлорида натрия в количестве 35,89 - 36,71.

Недостатком известного состава является сложность регулирования времени загустевания цементного раствора, ввиду незначительных концентраций НТФК.

Известен состав тампонажной смеси (Патент RU № 2698347, опубликованный 26.08.2019), который содержит портландцемент тампонажный в количестве 33,30 - 43,67 мас. %, комплексную добавку КМД-Н в количестве 47,56 - 49,95 мас. %, ультрацемент-10 в количестве 3,96 - 13,72 мас. %, ускоритель сроков схватывания хлорид натрия или хлорид кальция в количестве 2,91 - 4,76 мас. %, разжижающий реагент NTPF-17 в количестве 0,05 - 0,12 мас. %.

Недостатком известного состава является низкая седиментационная устойчивость цемента в затрубном пространстве скважины, которая обусловлена повышенным водоотделением данного состава.

Известен состав тампонажного раствора (Патент RU № 2487910, опубликованный 20.07.2013), который содержит тампонажный портландцемент в количестве 60 - 70 мас. %, кремнезем в количестве 30 - 40 мас. %, феррохромлигносульфонат в количестве 1,5 - 2 мас. %, глицерин, или триэтиленгликоль, или 10%-ный раствор эпоксидной смолы ЭД-20 в триэтиленгликоле в количестве 10 - 20 мас. % и насыщенный водный раствор NaCl в количестве 40 - 45 мас. %.

Недостатком известного состава является низкая прочность цементного камня на сжатие, которая обусловлена ростом кристаллов соли NaCl в поровом пространстве цементного камня, а также быстрое время загустевания тампонажного раствора, которое может привести к некачественному цементированию обсадной колонны.

Известен состав тампонажного портландцементного состава (Патент RU № 2761317, опубликованный 08.12.2021), принятый за прототип, содержащий смесь сухих компонентов - тампонажного портландцемента бездобавочного высокой сульфатостойкости ПЦТ I-G-CC-1, кварца молотого пылевидного марки «Б», золы-уноса ЗУ КУК-Б-3, микрокремнезема конденсированного МК-85, и добавки, включающей пластификатор карбоксилатного типа EasyFLOW PC, хлорид кальция, 18%-ный раствор хлорида натрия.

Недостатком известного состава является низкая седиментационная устойчивость и прочность сформированного цементного камня ввиду наличия большого количества инертных добавок.

Техническим результатом является повышение седиментационной устойчивости и прочности сформированного цементного.

Технический результат достигается тем, что содержит воду техническую и

дополнительно микрокальцит марки МК-5 - порошок, полученный путем помола мрамора, имеющий размер частиц 5 мкм, гидроксоэтилцеллюлозу (ГЭЦ), газоблокатор WellFix L - водный раствор латексного полимера, пеногаситель No Foam - смесь неионогенных и анионных поверхностно-активных веществ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

	указанный портландцемент	57-59
	микрокальцит марки МК-5	5-6
	хлорид кальция	1,6-2,1
	ГЭЦ	0,16-0,18
10	хлорид натрия	6,5-7,0
	пеногаситель No Foam	0,028-0,030
	газоблокатор WellFix L	0,20-0,35
	вода техническая	остальное

Заявляемый тампонажный раствор включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие:

- портландцемент бездобавочный высокой сульфатостойкости ПЦТ-I-G-СС-1 от 57 до 59%, выпускаемый по ГОСТ 1581-2019;
- микрокальцит МК-5 - от 5 до 6%, выпускаемый в соответствии с ТУ 08.12.12-001-19336470-2020;
- хлорид кальция - от 1,6 до 2,1%, выпускаемый по ГОСТ 450-77;
- хлорид натрия - от 6,5 до 7%, выпускаемый по ГОСТ 4233-77;
- гидроксоэтилцеллюлоза - от 0,16 до 0,18%, выпускаемый по ГОСТ Р 56946-2016;
- пеногаситель No Foam - от 0,028 до 0,030%, выпускаемый в соответствии с ТУ 2458-143-68836796-2017;
- газоблокатор WellFix L - от 0,20 до 0,35%, выпускаемый в соответствии с ТУ 2458-071-14023401-2013;
- вода техническая - остальное, выпускаемая по ГОСТ 6709-72.

Портландцемент бездобавочный высокой сульфатостойкости ПЦТ-I-G-СС-1 применяется при нормальных и высоких температурах. Портландцемент обладает высокой коррозионной стойкостью, защищая скважину от воздействия агрессивного пластового флюида.

Микрокальцит МК-5 - белый порошок, материал, полученный путем помола мрамора, имеющий размер частиц 5 мкм. Применяется в качестве инертного наполнителя, с целью снижения проницаемости цементного камня и увеличения его прочности.

Хлорид кальция - это неорганическое соединение, соль с химической формулой CaCl_2 . При комнатной температуре это белое кристаллическое твердое вещество, хорошо растворимое в воде. В данном составе используется в качестве минеральной добавки и ускорителя затвердевания цемента.

Хлорид натрия - это неорганическое соединение, соль с химической формулой NaCl . При комнатной температуре представляет собой белые кристаллы или порошок, хорошо растворимый в воде. В данном составе применяется в качестве добавки для повышения общей минерализации тампонажного раствора.

Гидроксоэтилцеллюлоза - простой эфир целлюлозы, содержащий неионогенные гидроксильные группы. Представляет собой волокнистую массу, порошок или гранулы белого цвета. Устойчив к полиминеральным агрессивным средам. Сохраняет стабильность при температуре до 120°C. Используется в качестве реагента для снижения фильтрации и регулирования реологических свойств тампонажных смесей.

Пеногаситель No Foam - это специализированный химический реагент,

предназначенный для предотвращения пенообразования в различных промышленных процессах. Представляет собой смесь неионогенных и анионных поверхностно-активных веществ, обладающих высокой эффективностью в условиях повышенной температуры и давления. Пеногаситель обладает высокой стабильностью в широком диапазоне pH и не теряет своих свойств при воздействии агрессивных химических сред. Он эффективно работает в температурном диапазоне от 0°C до 80°C.

WellFix L - представляет собой водный раствор латексного полимера, используется в качестве добавки к цементным растворам для контроля миграции газов. Газоблокатор WellFix L вызывает замедление нарастания предельного статического напряжения сдвига и создает идеальные условия для передачи практически максимального гидростатического давления цементного стакана на возможные газоносные пласты. Добавление газоблокатора в цементный раствор значительно повышает адгезионные свойства цементного камня и снижает его проницаемость.

Техническая вода служит жидкостью затворения для приготовления тампонажного раствора.

Для приготовления цементного раствора взвешивают все описанные реагенты. Далее на мешалке в техническую воду вводят хлорид натрия и пеногаситель и перемешивают на 3000 об/мин в течение 10 минут либо до полного растворения хлорида натрия. Остальные добавки перемешивают шпателем с портландцементом и затворяют цементный раствор.

Тампонажный раствор для цементирования скважин в интервалах залегания солевых толщ поясняется следующими примерами.

Определяют основные свойства тампонажного состава - плотности, водоотделения и растекаемости цементного раствора проводят при температуре $20\pm 2^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении, определение водоотдачи проводят при температуре $20\pm 2^\circ\text{C}$ и перепаде давления 6,9 МПа по методике API 10B-2. Измерение плотности проводят рычажными весами TRU-WATE MODEL 141 FANN, водоотделение - мерным цилиндром объемом 300 мл³, растекаемость - конусом АзНИИ, водоотдачу - прибором для испытания фильтрационных свойств FANN.

Определение прочности на сжатие производят при температуре $20\pm 2^\circ\text{C}$ и нормальном атмосферном давлении, при этом предварительно выдерживают образцы-кубики цементного камня в высокоминерализованном растворе хлорида натрия в течение 48 часов.

Для оценки растворения соляных пород подготавливают модели солевой породы цилиндрической формы помещают по центру в заливочную ячейку и заполняют по внешнему диаметру цементным раствором до высоты модели солевой породы. Далее выдерживают в водяной бане в высокоминерализованном растворе хлорида натрия в течение 48 часов. Модели солевой породы из хлорида натрия цилиндрической формы, получают спрессовыванием на пресс-компакторе для прибора линейного набухания глиен FANN при давлении 69 МПа.

Критерием отсутствия растворения солевого образца являлось отсутствие зазора между соляным образцом и цементным камнем, а также наличие сцепления с ним. Определение прочности сцепления осуществлялось путем выдавливания цементного кольца из заливочной ячейки.

Пример 1. В емкость для приготовления набирают 225 мл технической воды, добавляют 0,25 мл пеногасителя No Foam и 56,25 г хлористого натрия. Затем содержимое в течение 10 минут перемешивают в мешалке. В это время делают навески цемента ПЦТ-I-G-CC-1 500 г, микрокальцита 50 г, хлористого кальция 15 г, ГЭЦ 1,5 г и WellFix

L 1,75 г, перемешивают шпателем и добавляют в воду с последующим приготовлением раствора и замера параметров для состава 1 (табл.1).

Примеры 2-35. Приготовлены и испытаны аналогично примеру 1 и представлены в таблице 1.

5 Примеры 19, 22, 23 и 27 из-за низкой концентрации ГЭЦ, имеют водоотделение, которое вызвано седиментационной неустойчивостью тампонажного состава, и представлены в таблице 1.

Примеры 20, 28, 30, 33 и 35 имеют низкую прочность сцепления цементного камня с образцом соли, так как имеют недостаточную минерализацию жидкости затворения тампонажного состава, и представлены в таблице 1.

10 Примеры 17, 18, 24, 25, 26, 31 и 32 имеют низкую прочность на сжатие. Составы 18 и 26 имеют недостаточную концентрацию CaCl_2 , который выступает в качестве ускорителя сроков схватывания и набора прочности цементного камня. В примерах 31 и 32 превышена концентрация NaCl и CaCl_2 , которые в процессе формирования

15 цементного камня, находясь в избытке, кристаллизуются и повышают хрупкость образованного цементного камня. Рецептуры 17 и 25 имеют низкую концентрацию МК-5, который предназначен для снижения пористости цементного камня, ввиду чего общая прочность снижается. В примере 24 снижена массовая доля ПЦТ-I-G-CC-1, что вызвало низкую прочность на сжатие цементного образца, и представлены в таблице

20 1.

Примеры 21 и 29 имеют повышенные значения водоотдачи, что связано с недостаточным количеством добавки WellFix L, который предназначен для снижения водоотдачи, и представлены в таблице 1.

25 В примере 34 увеличена концентрация пеногасителя No Foam, что привело к повышению реологических характеристик и снижению растекаемости тампонажного состава, и представлены в таблице 1.

30 Применение предлагаемого тампонажного раствора позволит повысить качество цементирования обсадных колонн в интервалах залегания солевых толщ путем увеличения прочности на сжатие и прочности сцепления цементного камня с солевой породой, за счет высокой концентрации солей NaCl и CaCl_2 и добавления мелкофракционного микрокальцита марки МК-5.

Таблица 1 - Физико-химические свойства цементного раствора и камня, заявляемого тампонажного раствора

35

№	Компонентный состав, мас. %									Плотность, г/см ³	Растекаемость, мм	Водоотделение, %	Водоотдача, мл	Наличие сцепления солевого образца с цементным камнем	Прочность на сжатие через 48 часов, МПа	Прочность сцепления солевого образца с цементным камнем через 48 часов, МПа
	ПЦТ-I-G-CC-1	Микрокальцит МК-5	CaCl_2	ГЭЦ	NaCl	Пеногаситель No Foam	Газоблокатор WellFix L	Водотехническая								
40	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	1	58,83	5,88	1,77	0,18	6,62	0,03	0,21	26,48	1,97	190	0	48	да	7,30	3,37
	2	58,9	5,83	1,77	0,17	6,59	0,03	0,21	26,5	1,97	190	0	56	да	7,17	3,40
	3	58,96	5,65	2	0,16	6,83	0,03	0,2	26,17	1,97	200	0	62	да	7,48	3,51
	4	57,14	5,9	2,07	0,16	6,69	0,03	0,3	27,71	1,96	200	0	66	да	7,11	3,74
	5	57,47	5,11	1,93	0,18	6,63	0,03	0,27	28,38	1,98	210	0	70	да	7,67	3,14
45	6	58,24	5,28	2,01	0,16	6,57	0,03	0,22	27,49	1,94	195	0	60	да	7,72	3,15
	7	58,7	5,14	2,1	0,17	6,55	0,03	0,26	27,05	1,98	190	0	54	да	7,35	3,02
	8	57,55	5,3	1,65	0,16	6,87	0,03	0,3	28,14	1,95	205	0	66	да	7,46	3,36
	9	57,43	5,56	2,02	0,18	6,75	0,03	0,33	27,7	1,98	210	0	68	да	7,64	3,11
	10	58,6	5,9	1,92	0,18	6,93	0,03	0,31	26,13	1,94	200	0	58	да	7,36	3,42

	11	58,04	5,45	1,84	0,18	6,53	0,03	0,21	27,72	1,94	205	0	62	да	7,90	3,03
	12	57,92	5,76	1,76	0,17	6,78	0,03	0,29	27,29	1,98	205	0	60	да	7,53	3,26
	13	58,13	5,7	1,63	0,16	6,94	0,03	0,34	27,07	1,94	200	0	52	да	7,29	3,04
	14	57,27	5,34	2,05	0,16	6,59	0,03	0,35	28,21	1,99	215	0	62	да	7,13	3,59
5	15	57,88	5,22	1,87	0,17	6,68	0,03	0,28	27,87	1,97	200	0	58	да	7,03	3,74
	16	58,56	5,38	1,96	0,17	6,85	0,03	0,24	26,81	1,98	190	0	48	да	7,21	3,36
	17	60,72	0	2,2	0,17	7,1	0,03	0,32	29,46	1,97	210	0	95	да	4,46	3,59
	18	58,35	6,02	0	0,17	6,83	0,02	0,31	28,3	1,95	180	0	74	да	4,82	3,65
	19	57,23	5,91	2,07	0	6,7	0,02	0,3	27,77	1,98	240	0,5	130	да	6,40	3,09
	20	61,23	6,32	2,21	0,18	0	0,03	0,33	29,7	1,93	170	0	68	нет	8,46	отсутствует
10	21	57,31	5,91	2,07	0,16	6,71	0,02	0	27,82	1,97	220	0	104	да	5,74	3,15
	22	67,34	0	0	0	0	0	0	32,66	1,94	140	1	212	нет	10,95	отсутствует
	23	62,4	0	0	0	7,3	0,02	0	30,28	1,97	220	0,5	120	да	5,23	3,77
	24	54,88	6,86	2,12	0,5	6,86	0,02	0,31	28,45	1,90	170	0	40	да	3,14	3,07
	25	58,25	4,49	2,06	0,17	6,8	0,03	0,29	27,91	1,98	180	0	65	да	5,85	3,25
	26	57,14	5,9	1,22	0,18	6,69	0,03	0,3	28,54	1,94	170	0	72	да	5,93	3,17
15	27	57,5	5,39	1,8	0,13	6,71	0,03	0,3	28,14	1,96	220	0,5	98	да	7,02	3,09
	28	57,04	5,82	2,04	0,18	5,76	0,03	0,3	28,83	1,93	170	0	70	да	7,45	2,52
	29	57,26	5,67	1,99	0,18	6,66	0,03	0,18	28,03	1,97	175	0	86	да	7,30	3,04
	30	57,83	7,17	1,85	0,17	6,71	0,03	0,21	26,03	2,00	160	0	92	да	7,15	2,32
	31	57,26	5,67	1,99	0,18	7,95	0,03	0,29	26,63	2,06	160	0	62	да	4,19	3,42
	32	56,19	5,65	2,91	0,17	6,76	0,03	0,29	28	1,91	245	0	94	да	6,69	3,02
20	33	57,86	5,79	2,03	0,24	6,56	0,03	0,3	27,19	1,92	145	0	40	да	3,82	2,14
	34	58,62	5,69	1,99	0,18	6,45	0,06	0,29	26,72	1,99	160	0	56	да	7,00	3,01
	35	60,09	5,4	1,89	0,16	6,79	0,03	0,28	25,36	2,08	145	0	62	да	8,32	2,89

(57) Формула изобретения

Тампонажный раствор, включающий тампонажный портландцемент бездобавочный
 25 высокой сульфатостойкости марки ПЦТ-I-G-CC-1, хлорид кальция, хлорид натрия,
 воду, отличающийся тем, что содержит воду техническую и дополнительно
 микрокальцит марки МК-5 - порошок, полученный путем помола мрамора, имеющий
 размер частиц 5 мкм, гидроксоэтилцеллюлозу (ГЭЦ), газоблокатор WellFix L - водный
 30 раствор латексного полимера, пеногаситель No Foam - смесь неионогенных и анионных
 поверхностно-активных веществ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

	указанный портландцемент	57-59
	микрокальцит марки МК-5	5-6
	хлорид кальция	1,6-2,1
35	ГЭЦ	0,16-0,18
	хлорид натрия	6,5-7,0
	пеногаситель No Foam	0,028-0,030
	газоблокатор WellFix L	0,20-0,35
	вода техническая	остальное

40

45