

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2827325

ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СКВАЖИН

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

Авторы: *Никишин Вячеслав Валерьевич (RU), Блинов Павел Александрович (RU), Кузнецова Дарья Сергеевна (RU)*

Заявка № 2024111465

Приоритет изобретения **25 апреля 2024 г.**

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **24 сентября 2024 г.**

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает **25 апреля 2044 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 (2024.08); E21B 33/138 (2024.08); C04B 28/02 (2024.08); C04B 14/02 (2024.08); C04B 14/24 (2024.08); C04B 22/06 (2024.08); C04B 24/24 (2024.08); C04B 2103/32 (2024.08); C04B 2111/20 (2024.08)

(21)(22) Заявка: 2024111465, 25.04.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.04.2024Дата регистрации:
24.09.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.04.2024

(45) Опубликовано: 24.09.2024 Бюл. № 27

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПГУ, ИВАНОВ МИХАИЛ
ВЛАДИМИРОВИЧ

(72) Автор(ы):

Никишин Вячеслав Валерьевич (RU),
Блинов Павел Александрович (RU),
Кузнецова Дарья Сергеевна (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 2588066 C1, 27.06.2016. RU
2172812 C2, 27.08.2001. RU 2441897 C1,
10.02.2012. RU 2322471 C1, 20.04.2008. RU
2460754 C1, 10.09.2012. RU 2726754 C1,
15.07.2020. KR 102468577 B1, 21.11.2022. CN
1155044735 A, 23.12.2022.

(54) ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СКВАЖИН

(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства скважин, в частности к тампонажным растворам для крепления горизонтальных участков нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин. Техническим результатом является повышение качества крепления горизонтальных участков скважин. Тампонажный раствор для крепления горизонтальных участков скважин содержит тампонажный портландцемент, воду, а также

алюмосиликатные микросферы, оксид магния, базальтовую фибру, гидроксипропилцеллюлозу Сульфакелл марки 400 и суперпластификатор С-3 при следующем соотношении компонентов, мас. %: тампонажный портландцемент ПЦТ-I-100 - 50-57, алюмосиликатные микросферы - 5-8, оксид магния - 2-3, базальтовая фибра - 0,5-0,7, гидроксипропилцеллюлоза Сульфакелл марки 400 - 0,2-0,3, суперпластификатор С-3 - 0,05-0,1, вода - остальное. 1 табл.

RU 2 827 325 C 1

RU 2 827 325 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C09K 8/467 (2024.08); E21B 33/138 (2024.08); C04B 28/02 (2024.08); C04B 14/02 (2024.08); C04B 14/24 (2024.08); C04B 22/06 (2024.08); C04B 24/24 (2024.08); C04B 2103/32 (2024.08); C04B 2111/20 (2024.08)

(21)(22) Application: **2024111465, 25.04.2024**

(24) Effective date for property rights:
25.04.2024

Registration date:
24.09.2024

Priority:

(22) Date of filing: **25.04.2024**

(45) Date of publication: **24.09.2024** Bull. № 27

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPGU, IVANOV MIKHAIL
VLADIMIROVICH**

(72) Inventor(s):

**Nikishin Viacheslav Valerevich (RU),
Blinov Pavel Aleksandrovich (RU),
Kuznetsova Daria Sergeevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **GROUTING MORTAR FOR CEMENTING HORIZONTAL SECTIONS OF WELLS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the field of well construction, in particular to grouting mortars for cementing horizontal sections of oil, gas and gas condensate wells. Grouting mortar for cementing horizontal sections of wells contains grouting portland cement, water, as well as aluminosilicate microspheres, magnesium oxide, basalt fibre, hydroxyethyl cellulose Sulfacell 400 and superplasticiser S-3, with the

following ratio of components, wt.%: grouting portland cement "ИЛТ-I-100" – 50–57, aluminosilicate microspheres – 5–8, magnesium oxide – 2–3, basalt fibre – 0.5–0.7, hydroxyethyl cellulose Sulfacell 400 – 0.2–0.3, superplasticiser "C-3" – 0.05–0.1, water – balance.

EFFECT: improving the quality of cementing horizontal sections of wells.

1 cl, 1 tbl

**1 C
2 8 2 7 3 2 5
R U**

**R U
2 8 2 7 3 2 5
C 1**

Изобретение относится к области строительства скважин, в частности к тампонажным растворам для крепления горизонтальных участков нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин.

Известен способ приготовления облегченного тампонажного раствор (патент РФ № 2172812, опубл. 27.08.2001), содержащего в качестве жидкости затворения суспензию, включающую компоненты при их соотношении к массе цемента, мас. ч.: Сульфатцелл - 0,3-0,5; хлорид кальция - 2,0-5,0; суперпластификатор - С-3 0,3-0,4; микросферы - 5,0-7,0; вода - 54,0-68,0, при этом предварительно готовят водный раствор сульфатцелла, хлорида кальция и суперпластификатора С-3, в который добавляют микросферы, после чего на полученной суспензии затворяют тампонажный цемент.

Недостатком является низкая растекаемость и высокая водоотдача, что приводит к отфильтровыванию свободной химически несвязанной воды в процессе твердения и к усадке цементного камня с образованием каналов перетока пластовых флюидов, и, следовательно, к снижению прочности формирующегося цементного камня.

Известен тампонажный раствор (патент РФ № 2441897, опубл. 10.02.2012), содержащий цемент, гидроксипропилцеллюлозу, пластификатор, пеногаситель и дополнительно синтетические волокна диаметром 0,001-0,1 длиной 1-20 мм, расширяющую добавку при следующем соотношении, мас.ч: портландцемент тампонажный - 100; гидроксипропилцеллюлоза - 0,2-0,4; пластификатор - 0,1-0,5; пеногаситель - 0,2; синтетические волокна - 0,1-1; расширяющая добавка - 0,1-10; вода - 49-51.

Недостатком раствора является высокий показатель фильтрации, значительная усадка цементного камня при затвердевании, что приводит к ухудшению качества цементирования скважин.

Известен тампонажный раствор (патент РФ № 2322471, опубл. 20.04.2008), содержащий, мас. %: портландцемент тампонажный - 64,41-66,24, сульфатцелл - 0,13-0,40, микрокремнезем МК-85 - 0,33-1,99, вода - 33,20-33,30.

Недостатком раствора является высокая водоотдача, которая негативно отражается на качестве крепления горизонтальных участков скважин.

Известен тампонажный раствор для крепления скважин и боковых стволов с горизонтальными участками (Патент РФ № 2588066, опубл. 27.06.2016), принятый за прототип, содержащий, мас. ч.: портландцемент - 55-65, глиноземистый цемент - 10-20, известь негашеная - 5-10, песок кварцевый - 15-20, суперпластификатор С-3 - 1-1,3, 1%-ный раствор гидроксипропилцеллюлозы марки 400 - 20-30, пеногаситель Пента-465 - 0,05-0,1, вода - остальное.

Недостатки данного тампонажного раствора является низка прочности цементного камня.

Техническим результатом является повышение качества крепления горизонтальных участков скважин.

Технический результат достигается тем, что раствор дополнительно содержит алюмосиликатные микросферы, оксида магния, базальтовую фибру, гидроксипропилцеллюлозу Сульфатцелл марки 400 и суперпластификатор С-3, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

45	тампонажный портландцемент ПЦТ-1-100	50-57
	алюмосиликатные микросферы	5-8
	оксид магния	2-3
	базальтовая фибра	0,5-0,7
	гидроксипропилцеллюлоза Сульфатцелл марки 400	0,2-0,3

Заявляемый тампонажный раствор для крепления горизонтальных участков скважин включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие, мас. %:

5 Портландцемент тампонажный ПЦТ-I-100 от 50 до 57, выпускаемый по ГОСТ 1581-2019;

Полые алюмосиликатные микросферы от 5 до 8, выпускаемые по ТУ 23.99.19-001-23278943-2018;

Оксид магния от 2 до 3, выпускаемый по ГОСТ 1216-87;

10 Базальтовая фибра от 0,5 до 0,7, выпускаемая по ТУ 20.59.59-001-90557835-2017;

Гидроксиэтилцеллюлоза Сульфацилл марка 400 от 0,2 до 0,3, выпускаемая по ТУ 2231-013-32957739-01;

Суперпластификатор С-3 от 0,05 до 0,1, выпускаемый по ТУ 5745-001-97474489-2007;

Вода техническая - остальное.

15 В качестве основного компонента тампонажного раствора для крепления горизонтальных участков скважин используется портландцемент тампонажный бездобавочный ПЦТ-I-100, предназначенный для умеренных температур 51-100°C.

В качестве облегчающей добавки используются полые алюмосиликатные микросферы (ПАМС), являющиеся продуктом сжигания топлива в ТЭС или на других производствах, где зола от сгорания угля удаляется в виде водной пульпы. ПАМС формируются 20 вследствие специфической грануляции расплава минеральной части углей, которая при дроблении образует мелкие капли, раздувающиеся из-за увеличений газовых включений. ПАМС представляют собой полые, силикатные шарики, характеризующиеся 25 низкой стоимостью, сферической или округлой формой, малой плотностью, высокой температурой плавления, большой прочностью, термостабильностью в широком интервале температур и химической стойкостью. Диаметр варьируется от 10 до 510 30 мкм. Внутренняя газовая фаза, законсервированная внутри микросфер, состоит в основном из диоксида углерода 70% и азота 30%. Температура плавления данных микросфер равна 1400–1500°C, твердость по Моосу - 6, коэффициент теплопроводности - 0,06-0,20 Вт/(м·°C).

В качестве расширяющей добавки используется оксид магния, получаемый преимущественно методом обжига при температуре от 850°C до 1000°C и помола карбонатных осадочных пород, в основном магнезита. Внешний вид - мелкодисперсный порошок, цвет от молочно-белого до буро-коричневого. Применяется при температурах 35 до 200°C.

Базальтовое фиброволокно используется для обеспечения высоких прочностных и эластичных характеристик цементного камня. Представляет собой смесь коротких отрезков комплексных базальтовых нитей длиной от 6 до 24 мм с диаметром волокна 17 мкм. Предназначена для трехмерного упрочнения, повышает стойкость к 40 растрескиванию, изгибающим и разрывным нагрузкам, создает необходимый запас прочности. Температура эксплуатации: -260°C ... +900°C.

В качестве стабилизатора используется Гидроксиэтилцеллюлоза (ГЭЦ) Сульфацилл марка 400, который представляет собой растворимый в воде простой эфир целлюлозы. Производит ЗАО «Полицелл» в виде порошка или волокнистой массы белого, слабо-желтого или сероватого цвета. Сульфацилл растворяется в холодной или горячей воде с образованием растворов различной вязкости, проявляющих псевдопластические свойства. На вязкость растворов небольшое влияние оказывают слабые кислоты и щелочи. Благодаря неионному характеру Сульфацилл обладает широким спектром

совместимости с другими продуктами. Одним из основных достоинств Сульфакелла является то, что он экологически безвреден, так как подвергается биологическому разложению, не образуя при этом вредных веществ.

В качестве пластификатора используется Суперпластификатор С-3, который является продуктом конденсации нафталиноксисульфокислот формальдегидом, степень полимеризации 2-10. Он выпускается в виде 30%-ной бурой жидкости или мелкого легкорастворимого в воде порошка желтого цвета, поставляется в бочках или мешках. Это очень сильный пластификатор цементных растворов, хранить его следует в условиях, исключающих замерзание или увлажнение. Тормозящего действия на гидратационные процессы не оказывает. Основным компонентом суперпластификатора С-3 - сульфированные нафталинформальдегидные поликонденсаты (82-84%). Эти органические соединения относятся к ПАВ, которые влияют на структуру смеси, уменьшая потребность в воде и увеличивая прочность цементного камня. Они дополнены сульфатом натрия 8-10% и водой до 10%.

В качестве основного компонента жидкости затворения используется техническая вода.

Тампонажный раствор готовится следующим образом. Портландцемент ПЦТ-I-100, алюмосиликатные микросферы и базальтовая фибра смешиваются в сухом виде. В жидкость затворения добавляются гидроксипропилцеллюлоза марки 400, оксид магния и суперпластификатор С-3. Затем сухая смесь добавляется в жидкость затворения и перемешивается до получения однородной консистенции.

Тампонажный раствор для крепления горизонтальных участков скважин поясняется следующими примерами.

Пример 1. Для приготовления 1 кг тампонажного раствора использовали 500 г 50 мас. % портландцемента тампонажного ПЦТ-I-100, смешивали с 80 г 8 мас. % алюмосиликатных микросфер и с 5 г 0,5 мас. % базальтовой фибры. Далее сухая смесь добавляется в жидкость затворения, состоящей из 200 г 0,2 мас. % ГЭЦ 1%-ного предварительно подготовленного раствора гидроксипропилцеллюлозы марки 400, 20 г (2 мас. %) оксида магния, 0,5 г 0,05 мас. %) суперпластификатора С-3 и 194,5 г воды технической.

После чего полученный состав перемешивается, затем определяется плотность, растекаемость, водоотделение, показатель фильтрации, сроки схватывания тампонажного раствора. После исследований раствор заливается в предварительно подготовленные формы для определения прочности на сжатие и изгиб полученного из него цементного камня. Цементный камень испытывается на прочность через 2 суток.

Примеры 2-13. Приготовление и испытания остальных тампонажных растворов аналогичны представленным в таблице 1.

Составы 2-16 исследовались с целью выявления наилучших концентраций реагентов. Введение полимера в состав тампонажного раствора приводит к снижению подвижности тампонажного раствора, поэтому для увеличения подвижности тампонажного раствора в их состав был добавлен суперпластификатор С-3.

Для регулирования прочностных свойств была введена расширяющая добавка - оксид магния, которая способствует повышать прочность контакта цементного камня со стенкой обсадной колонной и породами за счет снижения его усадки при твердении. Увеличение содержания оксида магния в тампонажном составе более 3% приводит к падению его прочностных характеристик, что свойственно для расширяющих добавок. Прочность на сжатие и на изгиб увеличивается на 30% и 45% соответственно при снижении концентрации MgO с 5% до 2%.

Таблица 1 – Составы и параметры тампонажного раствора и цементного камня

№	Тампонажный портландцемент Т-1-100	Алюмосиликатные микросферы	Оксид магния	Базальтовая фибра	Гидроксиэтилцеллюлоза Сульфацилл марки 400	Суперпластификатор Сульфацилл марки 400	Вода	Плотность, кг/м ³	Растекаемость, см	Водоотделение, мл	Показатель фильтрации, см ³ /30 мин	Сроки схватывания, час-мин		Прочность цементного камня, МПа		
												нач.	кон.	на сжатие через 2 суток	при изгибе через 2 суток	
5	1	50	8	2	0,5	0,2	0,05	39,25	1600	23,5	0	3,5	8-40	9-20	15,2	3,7
	2	50	8	-	-	0,2	-	41,80	1600	19,0	0	4,2	8-46	9-37	12,5	2,4
10	3	50	8	2	-	0,2	-	39,80	1600	20,0	0	3,5	8-48	9-35	10,2	1,5
	4	50	8	5	-	0,2	-	36,80	1600	20,5	0	3,7	8-10	8-56	7,7	1,1
	5	50	8	-	-	0,2	0,05	41,75	1600	22,0	0	4,2	8-51	9-39	8,4	2,1
	6	50	8	2	-	0,2	0,05	39,75	1600	23,5	0	3,5	8-46	9-23	10,9	1,6
	7	50	8	5	-	0,2	0,05	36,75	1600	24,0	0	3,7	8-12	8-46	8,4	1,2
15	8	50	8	5	0,5	0,2	0,05	36,25	1600	23,5	0	3,5	8-03	8-27	12,0	2,4
	9	55	6	3	0,7	0,2	0,07	35,03	1650	23,5	0	3,6	8-08	9-01	16,5	3,9
	10	55	8	2	0,6	0,3	0,1	34,00	1630	24,5	0	3,4	8-43	9-04	16,1	3,8
	11	57	5	3	0,5	0,3	0,1	34,10	1700	24,0	0	3,5	8-32	8-57	15,7	3,7
	12	54	6	2	0,6	0,2	0,07	37,13	1630	25,0	0	3,4	8-42	9-28	16,0	3,8
	13	55	5	2	0,7	0,3	0,05	36,95	1670	23,0	0	3,7	8-27	9-14	16,2	3,8
20	14	67	-	-	-	-	-	33,00	1790	21,0	4,8	49	8-24	9-08	12,0	5,2
	15	70	5	2	0,4	0,2	0,1	22,30	1810	18	0	3,5	8-13	8-46	14,0	2,4
	16	45	10	6	0,8	0,4	0,05	37,75	1630	25	0	5,6	9-03	9-57	5,6	2,3
	17	70	3	2	0,4	0,2	0,1	24,30	1830	17	0	3,5	8-11	8-42	15,0	2,8
	18	54	6	1	0,6	0,2	0,07	38,13	1630	25,0	0	3,4	8-42	9-28	18,0	4,2
	19	50	8	2	0,5	0,1	0,02	39,38	1600	20,5	0	10,5	8-38	9-17	15,5	3,9
25	20	50	8	2	0,5	0,2	0,2	39,10	1600	27,5	0	4,5	8-56	9-29	12,2	2,4

(57) Формула изобретения

Тампонажный раствор для крепления горизонтальных участков скважин, содержащий тампонажный портландцемент и воду, отличающийся тем, что раствор дополнительно содержит алюмосиликатные микросферы, оксид магния, базальтовую фибру, гидроксиэтилцеллюлозу Сульфацилл марки 400 и суперпластификатор С-3 при следующем соотношении компонентов, мас. %:

тампонажный портландцемент ПЦТ-1-100	50-57
алюмосиликатные микросферы	5-8
оксид магния	2-3
базальтовая фибра	0,5-0,7
гидроксиэтилцеллюлоза Сульфацилл марки 400	0,2-0,3
суперпластификатор С-3	0,05-0,1
вода	остальное