

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2726695

### ТАМПОНАЖНАЯ СМЕСЬ

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

Авторы: *Бажин Владимир Юрьевич (RU), Бричкин Вячеслав Николаевич (RU), Савченков Сергей Анатольевич (RU), Глазьев Максим Валерьевич (RU)*

Заявка № 2020106027

Приоритет изобретения 07 февраля 2020 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 15 июля 2020 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 07 февраля 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C09K 8/467 (2020.02); E21B 33/138 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2020106027, 07.02.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.02.2020

Дата регистрации:  
15.07.2020

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 07.02.2020

(45) Опубликовано: 15.07.2020 Бюл. № 20

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):  
Бажин Владимир Юрьевич (RU),  
Бричкин Вячеслав Николаевич (RU),  
Савченков Сергей Анатольевич (RU),  
Глазьев Максим Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2347798 C1, 27.02.2009. SU  
1776765 A1, 23.11.1992. SU 772986 A1, 23.10.1980.  
SU 1125358 A1, 23.11.1984. CN 106699098 A,  
24.05.2017.

## (54) ТАМПОНАЖНАЯ СМЕСЬ

(57) Реферат:  
Изобретение относится к области  
строительства и обслуживания скважин, в  
частности к тампонажным смесям для  
цементирования обсадных колонн,  
газоконденсатных и нефтяных скважин,  
осложненных наличием слабосвязанных,  
склонных к гидроразрыву многолетних мерзлых  
пород. Тампонажная смесь содержит 46,6-59 мас.

% портландцемента, 6,6-10 мас. % кремнегеля,  
3,3-6,6 мас. % оксида кальция и воду - остальное.  
Техническим результатом является разработка  
состава тампонажной смеси, при котором  
образующийся цементный камень обладает  
повышенными значениями прочности на изгиб.  
1 табл.

RU 2 726 695 C1

RU 2 726 695 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C09K 8/467* (2006.01)  
*E21B 33/138* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C09K 8/467 (2020.02); E21B 33/138 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2020106027, 07.02.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**07.02.2020**

Registration date:  
**15.07.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **07.02.2020**

(45) Date of publication: **15.07.2020 Bull. № 20**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet", Patentno-litsenziornyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Bazhin Vladimir Yurevich (RU),  
Brichkin Vyacheslav Nikolaevich (RU),  
Savchenkov Sergej Anatolevich (RU),  
Glazev Maksim Valerevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **GROUTING MIXTURE**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the field of construction and maintenance of wells, in particular to backfill mixtures for cementing of casing strings, gas condensate and oil wells, complicated by the presence of loosely bound, perennially frozen fractures susceptible to hydraulic fracturing. Backfill mixture

contains 46.6–59 wt% of portlandcement, 6.6–10 wt% of silica gel, 3.3–6.6 wt% of calcium oxide and water – balance.

EFFECT: technical result is development of plugging mixture composition, at which formed cement stone has high values of bending strength.

1 cl, 1 tbl

RU 2 726 695 C1

RU 2 726 695 C1

Изобретение относится к области строительства и обслуживания скважин, в частности к тампонажным смесям для цементирования обсадных колонн, газоконденсатных и нефтяных скважин, осложненных наличием слабосвязанных, склонных к гидроразрыву многолетних мерзлых пород.

5 Известен тампонажный раствор (Патент РФ №2487910, опубликован 20.07.2013), содержащий (мас. ч.): тампонажный портландцемент от 60 до 70, кремнезем от 30 до 40, феррохромлигносульфонат от 1,5 до 2, глицерин, или триэтиленгликоль, или 10%-ный раствор эпоксидной смолы ЭД-20 в триэтиленгликоле от 10 до 20, насыщенный водный раствор NaCl от 40 до 45.

10 Недостатком описанного технического решения является незначительное расширение тампонажного раствора и недостаточная прочность на изгиб цементного камня.

Известен тампонажный раствор (Патент РФ №2471846, опубликован 10.01.2013), включающий тампонажный портландцемент, понизитель водоотдачи, пластификатор и структурообразователь, причем в качестве структурообразователя раствор содержит 15 микрокремнезем МК-85 и раствор хлорида кальция, в качестве понизителя водоотдачи - натросол 250 EXR, в качестве пластификатора - окзил-см при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент тампонажный от 58,46 до 60,64; микрокремнезем МК-85 от 1,19 до 1,24; раствор CaCl<sub>2</sub> от 32,81 до 34,04; натросол 250 EXR от 2,62 до 2,72; окзил-см от 1,36 до 4,92.

20 Недостатком данного технического решения является низкая прочность на изгиб цементного камня.

Известен тампонажный раствор (Патент РФ №2149981, опубликован 27.05.2000), содержащий цемент, оксиэтилцеллюлозу, добавку на основе полимерных смол и воду, при этом в качестве добавки на основе полимерных смол он содержит 25 меламинасодержащий продукт, а в качестве оксиэтилцеллюлозы - высоковязкие марки оксиэтилцеллюлозы, вязкость 2%-ного раствора которых составляет не менее 6000 МПа с, при следующем соотношении ингредиентов, мас. ч.: цемент - 100, указанная оксиэтилцеллюлоза от 0,3 до 0,5, меламинасодержащий продукт от 0,5 до 1, вода от 40 до 50.

30 К недостатку данного технического решения следует отнести недостаточный коэффициент расширения тампонажного камня, а также его пониженную прочность на изгиб.

Известен тампонажный раствор (Патент РФ №2441897, опубликован 10.02.2012), содержащий цемент, гидроксидэтилцеллюлозу, пластификатор, пеногаситель и 35 дополнительно синтетические волокна диаметром от 0,001 до 0,1 длиной от 1 до 20 мм, расширяющую добавку при следующем соотношении, мас. ч: цемент - 100; гидроксидэтилцеллюлоза от 0,2 до 0,4; пластификатор от 0,1 до 0,5; пеногаситель - 0,2; синтетические волокна от 0,1 до 4; расширяющая добавка от 0,1 до 20; вода от 49 до 51.

40 Недостатком данного тампонажного раствора является значительная усадка цементного камня при затвердевании, что приводит к ухудшению качества цементирования скважин и их поверхностных слоев. Кроме того, недостатком является недостаточная прочность на изгиб цементного камня.

Известен тампонажный состав (Патент РФ №2347798, опубликован 27.02.2009), 45 принятый за прототип, содержащий портландцемент и жидкость затворения, содержащую воду, метилцеллюлозу, меламиноформальдегидную смолу, хлористый кальций и кремнегель, при следующем соотношении ингредиентов, мас. %: портландцемент от 64,39 до 64,97, метилцеллюлоза от 0,16 до 0,27,

меламиноформальдегидная смола от 0,16 до 0,27, хлористый кальций от 1,05 до 5,24, кремнегель от 3,5 до 5,24, вода - остальное.

Недостатком является недостаточная прочность на изгиб цементного камня. Кроме того, недостатком данного состава является гравитационное разделение фаз во время процесса затвердевания, что приводит к неоднородности поверхности, и локальным разрушениям при последующей эксплуатации скважин.

Предлагаемым изобретением решается техническая проблема низкой прочности на изгиб цементного камня, образующегося после застывания тампонажной смеси.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является разработка состава тампонажной смеси, при котором образующийся цементный камень обладает повышенными значениями прочности на изгиб.

Технический результат достигается тем, что тампонажная смесь дополнительно содержит оксид кальция, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Портландцемент от 46,6 до 59  
Оксид кальция от 3,3 до 6,6  
Кремнегель от 6,6 до 10  
Вода - остальное.

Выбранный состав тампонажной смеси для крепления скважин в криолитозоне обеспечивает повышение прочности на изгиб и расширение цементного камня, при этом предложенный состав обладает повышенной седиментационной устойчивостью и морозостойкостью. Предлагаемый состав тампонажной смеси для крепления обсадных колонн в криолитозоне отвечает предъявляемым требованиям к смесям, применяемым при креплении скважин в условиях многолетних мерзлых пород.

Основой тампонажной смеси для крепления скважин в криолитозоне является портландцемент. Наиболее рациональное содержание портландцемента в тампонажной смеси составляет от 46,6 до 59% мас., в этом случае образующийся цементный камень обладает повышенными значениями прочности на изгиб. При содержании в тампонажной смеси портландцемента менее 46,6% мас. или более 59% мас. снижается прочность на изгиб цементного камня. В тампонажной смеси могут быть использованы портландцемента различных марок по ГОСТ 10178-85.

Как известно, портландцемента схватываются и твердеют с общим уменьшением объема. С учетом этого фактора в предлагаемом изобретении в качестве расширяющего компонента в состав тампонажной смеси вводят добавку оксида кальция в количестве от 3,3 до 6,6 мас. %. Кроме того, добавка оксида кальция в патентуемом составе используется для предотвращения деструктивных процессов в формируемом цементном камне. Наиболее рациональное содержание оксида кальция в тампонажной смеси составляет от 3,3 до 6,6% мас. При введении оксида кальция менее 3,3% мас. добавка оказывает незначительное влияние на расширение тампонажной смеси и прочность цементного камня. При введении оксида кальция более 6,6% мас. значительно снижается прочность на изгиб цементного камня.

Кремнегель вводят в состав тампонажной смеси в качестве концентрата структур, в результате чего увеличивается прочность цементного камня на изгиб, его морозостойкость, а также снижается его проницаемость. Кремнегель коагулирует поровое пространство формирующейся структуры цементного камня, предупреждает образование фильтратопроводящих каналов и ускоряет процесс структурообразования. Использование кремнегеля в составе тампонажной смеси приводит к значительному уплотнению цементного камня и соответственному улучшению его прочности на изгиб. Проведенные эксперименты позволили установить наиболее рациональное содержание

кремнегеля в тампонажной смеси от 6,6 до 10% мас. При добавлении кремнегеля также установлено повышение плотности и снижение пористости цементного камня, что, как следствие, приводит к улучшению его водонепроницаемости. Добавка кремнегеля менее 6,6% мас. недостаточно увеличивает прочность на изгиб образующегося цементного камня. При повышении содержания кремнегеля в составе тампонажной смеси более 10% мас. происходит растрескивания образцов, при этом значительно снижается морозостойкость цементного камня.

В предложенной тампонажной смеси в качестве жидкости затворения используется вода. За счет подобранных диапазонов содержания портландцемента, оксида кальция, кремнегеля и воды, обеспечивается получение тампонажной смеси без оказания отрицательного влияния на прочностные характеристики формирующегося расширяющегося цементного камня. Тампонажная смесь при граничных значениях портландцемента от 46,6 до 59% мас., оксида кальция от 3,3 до 6,6% мас., кремнегеля от 6,6 до 10% мас., вода - остальное, характеризуется значительным повышением прочности на изгиб цементного камня. Высокая прочность способствует сохранению достаточного сцепления с обсадной колонной. Тампонажный раствор с добавками кремнегеля и оксида кальция седиментационно устойчив и обладает низкой проницаемостью.

Приготовление расширяющейся тампонажной смеси осуществляют следующим образом. Во время приготовления тампонажной смеси оксид кальция и кремнегель смешивают с портландцементом в сухом виде при различных соотношениях. В качестве жидкости затворения используют воду. Затворение тампонажной смеси осуществляется в соответствии с ГОСТ 1581-96. После чего определяют влияние количества вводимого кремнегеля и оксида кальция на плотность, сроки схватывания тампонажной смеси и прочность на изгиб формирующегося из него цементного камня. Определение основных свойств тампонажной смеси и цементного камня проводили в соответствии с ГОСТ 26798.1-96 «Цементы тампонажные. Методы испытаний».

Способ поясняется следующими примерами.

Пример 1. Для приготовления тампонажной смеси использовали 442,5 г (59% мас.) портландцемента, смешивали с 24,75 г оксида кальция (3,3 мас. %), после чего добавляли воду (37,7 мас. %). Полученную тампонажную смесь перемешивали 3 минуты, затем определяли ее плотность. После чего смесь заливали в формы для определения сроков схватывания. Камень испытывали на прочность на изгиб через 2, 7 и 14 суток.

Примеры 2-8. Методика приготовления и испытания остальных тампонажных смесей, представленных в табл. 1, аналогичны.

40

45

Таблица 1. Исходные данные и результаты процесса получения тампонажной смеси.

п/п	Состав смеси, %				ρ, кг/м <sup>3</sup>	Раст- ть, м	Сроки схватывания, мин		Прочность на изгиб через n суток, МПа		
	Портланд цемент	СаО	Кремнегель	Вода			начало	конец	2	7	14
1	59,00	3,30	-	37,70	1820	0,21	450	482	2,6	3,3	3,9
2	55,92	6,60	-	37,48	1740	0,25	457	484	2,3	2,8	3,5
3	55,92	-	6,60	37,48	1726	0,17	442	471	4,5	5,8	6,4
4	52,80	-	10,00	37,20	1710	0,17	436	475	4,5	5,9	6,5
5	52,80	3,30	6,60	37,30	1760	0,17	430	468	5,7	11	13
6	49,70	3,30	10,00	37,00	1730	0,17	446	475	6,3	14	16
7	49,70	6,60	6,60	37,10	1755	0,17	459	483	5,8	13	13,5
8	46,60	6,60	10,00	36,80	1755	0,17	464	491	6,1	13	14,1

Как видно из данных таблицы 1, предлагаемая тампонажная смесь при граничных значениях портландцемента от 46,6 до 59% мас., оксида кальция от 3,3 до 6,6% мас., кремнегеля от 6,6 до 10% мас., вода - остальное, характеризуется повышенными показателями прочности цементного камня на изгиб. По результатам исследований прочностных характеристик цементного камня установлено, что конечные прочностные характеристики цементный камень набирает через 14 суток твердения. Но, уже через 7 суток, прочность цементного камня способна достигать 90 и более % от максимального значения. Следовательно, объективная оценка прочности цементного камня дается через 7 суток твердения.

Таким образом, как показано в вышеприведенном описании изобретения, достигается технический результат, заключающийся в разработке состава тампонажной смеси, при котором образующийся цементный камень обладает повышенными значениями прочности на изгиб.

Предложенное техническое решение может быть использовано при цементировании обсадных колонн газовых, газоконденсатных и нефтяных скважин, осложненных наличием слабосвязанных, склонных к гидроразрыву многолетних мерзлых пород.

#### (57) Формула изобретения

Тампонажная смесь, содержащая портландцемент, кремнегель и воду, отличающаяся тем, что тампонажная смесь дополнительно содержит оксид кальция, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Портландцемент от 46,6 до 59

Оксид кальция от 3,3 до 6,6

Кремнегель от 6,6 до 10

Вода - остальное.