

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2481374

### БЕЗГЛИНИСТЫЙ УТЯЖЕЛЕННЫЙ БУРОВОЙ РАСТВОР

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

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011145188

Приоритет изобретения **07 ноября 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **10 мая 2013 г.**

Срок действия патента истекает **07 ноября 2031 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов







**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2011145188/03, 07.11.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**07.11.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **07.11.2011**(45) Опубликовано: **10.05.2013** Бюл. № 13(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2427605 C1, 27.08.2011. RU 2235751 C1, 10.09.2001. RU 2278890 C1, 27.06.2006. SU 1776689 A1, 23.11.1992. RU 2170753 C2, 20.07.2001. SU 1744089 A1, 30.06.1992. SU 1196368 A, 07.12.1985. US 2008300151 A1, 04.12.2008.**

Адрес для переписки:

**199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский  
государственный горный университет", отдел  
интеллектуальной собственности и  
трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)**

(72) Автор(ы):

**Николаев Николай Иванович (RU),  
Вафин Равиль Мисбахетдинович (RU),  
Закиров Артем Яудатович (RU),  
Турицына Мария Владимировна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

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

**(54) БЕЗГЛИНИСТЫЙ УТЯЖЕЛЕННЫЙ БУРОВОЙ РАСТВОР**

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтяной и газовой промышленности. Технический результат - улучшение качества бурового раствора путем снижения водоотдачи, улучшения структурно-реологических свойств, повышение ингибирующих свойств, снижение поверхностного натяжения на границе «фильтрат-нефть», повышение стойкости к действию высоких температур и высоких концентраций пластовых солей, что в совокупности ведет к сохранению первоначальных коллекторских свойств продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми. Безглинистый утяжеленный

буровой раствор содержит, мас. %:  
структурообразователь ксантановый  
биополимер КК - "Робус" 0,3-0,5, реагент  
стабилизатор карбоксиметилированный  
крахмал 3-4, ингибитор - хлорид калия 4-5,  
регулятор pH - кальцинированную соду 0,5-0,7,  
бактерицид алкилдиметилбензиламмоний  
хлорид Катамин АБ 0,03-0,05, пеногаситель  
Пента-461 на основе  
органомодифицированных силиконов и  
органических компонентов 0,02-0,06, барит 30-  
70 или шлак, получаемый при выплавке  
ферромолибдена, 15-80 и воду остальное.  
Изобретение развито в зависимом пункте. 1 з.п.  
ф-лы, 5 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011145188/03, 07.11.2011**

(24) Effective date for property rights:  
**07.11.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **07.11.2011**

(45) Date of publication: **10.05.2013 Bull. 13**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,  
FGBOU VPO "Sankt-Peterburgskij  
gosudarstvennyj gornyj universitet", otdel  
intellektual'noj sobstvennosti i transfera  
tehnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Nikolaev Nikolaj Ivanovich (RU),  
Vafin Ravil' Misbakhedinovich (RU),  
Zakirov Artem Jaudatovich (RU),  
Turitsyna Marija Vladimirovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Sankt-  
Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **CLAYLESS LOADED DRILLING MUD**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: clayless loaded drilling mud includes the following, wt %: gelling agent xanthan biopolymer KK - "Robus" 0.3-0.5, reagent stabilising agent carboxymethylated starch 3-4, inhibitor - potassium chloride 4-5, pH regulator - sodium carbonate 0.5-0.7, bactericide alkyldimethylbenzylammonium chloride Katamin AB 0.03-0.05, anti-foaming agent Penta-461 on the base of organo-modified silicones and organic components 0.02-0.06, barite 30-70 or slag obtained at

ferromolybdenum melting, 15-80 and water is the rest.

EFFECT: improvement of drilling mud properties via reduction of water loss, improvement of structural-rheological properties, increase of inhibiting properties, reduction of surface tension at the border line filtrate-oil, increase of resistance to high temperatures and high concentrations of formation salts that all together lead to maintenance of primary reservoir properties of production strata with abnormally high formation.

1 cl, 5 tbl, 1 ex

RU 2 481 374 C1

RU 2 481 374 C1

Изобретение относится к нефтяной и газовой промышленности, в частности к безглинистым утяжеленным буровым растворам для вскрытия зон с аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД).

5 Известен безглинистый буровой раствор для бурения скважин с аномально высокими пластовыми давлениями (пат. RU №2170753, опубл. 20.7.2001), включающий воду и акриловый ингредиент, содержит воду минерализованную, в качестве акрилового ингредиента - полиакриламид и дополнительно - длинноцепочечный полимер анионной целлюлозы и силикат натрия при следующем соотношении  
10 ингредиентов, мас. %: полиакриламид 0,1-0,3, указанная целлюлоза 0,2-0,25, силикат натрия 1,0-1,5, вода минерализованная - остальное, причем в качестве воды минерализованной он содержит пластовую воду.

Недостатком является низкая плотность бурового раствора, а при увеличении плотности возрастает условная вязкость и раствор становится непрокачиваемым.

15 Известен буровой раствор (авт. св. SU №1776689, опубл. 23.11.1992), содержащий мас. %: бентонитовый глинопорошок 1-4, акриловый полимер 0,1-0,4, хлорид калия 1,0-2,0, карбоксиметилцеллюлоза 0,1-0,2, карбоксиметилоксиэтилцеллюлоза или оксиэтилцеллюлоза 0,05-0,20, баритовый утяжелитель 30,0-70,0, вода - остальное.

20 Недостатком данного раствора являются ухудшение фильтрационно-емкостных характеристик пород в пластах с АВПД после проникновения фильтрата раствора в пласт. Это связано с тем, что данный раствор обладает высокой водоотдачей и низким статическим напряжением сдвига.

25 Известен утяжеленный буровой раствор (пат. RU №2235751, опубл. 10.09.2004), принятый за прототип, содержащий мас. %: структурообразователь глину 5-10, стабилизатор КМЦ-900 0,2-0,3, ингибитор глин хлористый калий 3-5, регулятор pH гидроксид калия 0,2-0,3, пластификатор КССБ-2М 0,2-0,3, утяжелитель барит 30-65, смазочную добавку ДСБ-4ТТП 0,3-0,5, флокулянт - унифлок или праестол 0,001-0,004  
30 и воду - остальное.

Недостатками являются низкая седиментационная устойчивость бурового раствора, повышенная водоотдача, что приводит к кольматации перового пространства продуктивного пласта продуктами реакций и уменьшению в результате этого его  
35 фильтрационно-емкостных свойств.

Задача изобретения - сохранение первоначальных коллекторских свойств продуктивных пластов с АВПД.

40 Техническим результатом изобретения является улучшение качества бурового раствора путем снижения водоотдачи, улучшения структурно-реологических свойств, повышение ингибирующих свойств, снижение поверхностного натяжения на границе «фильтрат-нефть», повышение стойкости к действию высоких температур и высоких концентраций пластовых солей, что в совокупности ведет к сохранению первоначальных коллекторских свойств продуктивных пластов с АВПД.

45 Технический результат достигается тем, что в безглинистом утяжеленном буровом растворе, содержащем реагент стабилизатор, ингибитор гидратации глинистых частиц - хлорид калия, регулятор pH, утяжелитель и воду, отличающийся тем, что он дополнительно содержит структурообразователь ксантановый биополимер КК-"Робус", бактерицид алкилдиметилбензиламмоний хлорид Катамин АБ, пеногаситель  
50 на основе органомодифицированных силиконов и органических компонентов Пента-461, при этом в качестве реагента стабилизатора содержит карбоксиметилированный крахмал, в качестве регулятора pH - кальцинированную соду, а в качестве утяжелителя - барит или шлак, получаемый при выплавке

ферромолибдена, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

	КК-"Робус"	0,3-0,5
	Карбоксиметилованный крахмал	3-4
5	Хлорид калия	4-5
	Кальцинированная сода	0,5-0,7
	Алкилдиметилбензиламмоний хлорид	
	Катамин АБ	0,03-0,05
	Барит	30-70
10	Пента-461	0,02-0,06
	Вода	Остальное
	или, мас. %:	
	КК-"Робус"	0,3-0,5
	Карбоксиметилованный крахмал	3-4
	Хлорид калия	4-5
15	Кальцинированная сода	0,5-0,7
	Алкилдиметилбензиламмоний хлорид	
	Катамин АБ	0,03-0,05
	Шлак, получаемый при выплавке ферромолибдена	15-80
20	Пента-461	0,02-0,06
	Вода	Остальное

Буровой раствор содержит пресную воду с добавкой хлорида натрия до плотности 1180 кг/м<sup>3</sup>.

Использование в качестве структурообразователя ксантанового биополимера КК-"Робус", который представляет собой линейный полисахарид неионогенного типа, повышает вязкость буровых растворов, статическое и динамическое напряжение сдвига. Биополимер выпускают в виде порошка от светлого до серого цвета, с термостойкостью до 120°C; ферментативно неустойчив. Водный раствор биополимера имеет рН 6,5.

Использование в качестве реагента стабилизатора карбоксиметилованного крахмала, относящегося к числу естественных полимеров - полисахаридов, снижает фильтрации пресных, средне- и высокоминерализованных растворов при наличии любых солей при температуре до 120°C. Карбоксиметилованный крахмал представляет собой порошок бело-желтого цвета, с содержанием основного вещества не менее 60%, влажностью не более 12,5%. Реагент легко растворяется в воде любой минерализации. Использование КМК менее 3% приводит к увеличению водоотдачи, уменьшению вязкости и стабильности раствора. Увеличение значения более 4% приводит к увеличению вязкости. Однако введение КМК приводит к вспениванию раствора.

Использование в качестве ингибитора хлорида калия приводит к уменьшению набухания глинистых частиц в пластах, за счет способности иона К<sup>+</sup> связывать элементарные глинистые частицы между собой, предотвращая их гидратацию, то есть проявляется отрицательная гидратация. Исследования характера взаимодействия глин с растворами солей калия показывают, что степень набухания в пределах 4-5%-ной концентрации соли достигает минимальных значений. Дальнейшее увеличение концентрации хлорида калия до 6-7% не приводит к заметным изменениям показателей набухания, а уменьшение концентрации хлорида калия до 3% увеличивает период набухания глин. Хлорид калия представляет собой светлый мелкокристаллический порошок плотностью 1,98 г/см<sup>3</sup>. Использование хлористого

калия в растворах для вскрытия продуктивных пластов снижает негативные последствия контакта водной фазы с глинистым цементом пласта.

Использование кальцинированной соды обеспечивает регулирование pH бурового раствора за счет связывания агрессивных ионов кальция и магния, попадающих в раствор с пластовыми водами, гипсом, ангидридом и цементом. Кальцинированная сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) - белый мелкокристаллический порошок плотностью  $2,5 \text{ г/см}^3$  с содержанием основного вещества 99%.

Использование при содержании в растворе крахмала Катамина АБ обеспечивает предотвращение ферментативного разложения бурового раствора. Катамин АБ представляет собой бактерицид общего действия, в виде вязкой прозрачной жидкости от бесцветного до желтого цвета.

Использование пеногасителя Пента-461 в количестве 0,02-0,06% по массе предотвращает образование пены в растворе. Пента-461 - композиционный пеногаситель, на основе органомодифицированных силиконов и органических компонентов. Используют в качестве пеногасящей или антивспенивающей добавки в водные (образует дисперсию при перемешивании) и неводные (жирорастворимые) системы. Применяют в широком диапазоне температур от  $-40^\circ\text{C}$  до  $+250^\circ\text{C}$ .

Барит в количестве 30-70% по массе или шлак в количестве 15-80% по массе, получаемый при выплавке ферромолибдена из обожженного молибденового концентрата по ТУ 14-5-88-77, выполняет функцию утяжелителя системы.

Приготовление предлагаемого бурового раствора осуществляют путем последовательного смешения исходных реагентов.

Пример приготовления бурового раствора в лабораторных условиях. К 500 мл воды дозируют кальцинированную соду 2,5 г до достижения pH воды 9-10 единиц, карбоксиметилированный крахмал 20 г, вводят пеногаситель Пента-461 0,3 мл, бактерицид Катамин АБ 0,3 мл, хлорид калия 25 г. Производят перемешивание суспензии в механическом перемешивателе не менее 90 минут. Затем дозируют биополимер КК-"Робус" 2 г. Производят перемешивание суспензии не менее 2,5-3 часа до полного растворения полимеров. Готовую суспензию утяжеляют до требуемой плотности.

В соответствии с приведенными примерами готовят различные варианты раствора, отличающиеся количественным содержанием ингредиентов - приведены в табл. на фиг.1 и 3. В лабораторных условиях исследовали следующие свойства заявляемого бурового раствора:

- водородный показатель измеряли на приборе pH-150M;
- плотность ( $\rho$ ,  $\text{кг/м}^3$ ) измеряли на рычажных весах-плотномере ВПР-1;
- условную вязкость (Т, с) измеряли на приборе СПВ-5;
- статическое напряжение сдвига ( $\text{СНС}_{1/10}$ , дПа) измеряли на приборе СНС-2;
- показатель водоотдачи ( $\Phi$ ,  $\text{см}^3/30 \text{ мин}$ ) измеряли на приборе ВМ-6;
- стабильность бурового раствора ( $\text{кг/м}^3$ ) - на приборе ЦС-2;
- структурно-реологические свойства: предельное динамическое напряжение сдвига ( $\tau_0$ , дПа), показатель псевдопластичности (n) и показатель консистенции (К,  $\text{Па}\cdot\text{с}^n$ ) измеряли на ротационном вискозиметре Rheotest RN 4.1;
- набухаемость глинистых частиц измеряли на приборе ПНГ-2М;
- поверхностное натяжение фильтрата бурового раствора определяли на тензиометре Kruss;

Составы и свойства растворов приведены соответственно в таблицах 2 и 4.

В таблице на фиг.5 представлены результаты измерения поверхностного натяжения бурового раствора на границе "фильтрат-нефть" и "фильтрат-воздух". Наилучшие результаты показал предлагаемый состав биополимерного бурового раствора. Поверхностное натяжение на границе «фильтрат-нефть» уменьшается в 3 раза по сравнению с водой и в 1,5 раза меньше по сравнению с прототипом.

Таким образом, буровой раствор обладает высокими структурно-реологическими, ингибирующими, фильтрационными свойствами, снижает поверхностное натяжение на границе «фильтрат-нефть», имеет повышенную стойкость к действию высоких температур и высоких концентраций пластовых солей, что в совокупности ведет к сохранению первоначальных коллекторских свойств продуктивных пластов с АВПД.

№ состава	Компонентный состав, мас.%								
	КК-"Робус"	КМК	КСI	Сода	Катамин АБ	Пента	Барит	NaCl	Вода
1	0,3	4	5	0,5	0,25	0,03	30	29	Остальное
2	0,3	4	5	0,5	0,25	0,03	40	29	Остальное
3	0,3	4	5	0,5	0,25	0,03	50	29	Остальное
4	0,3	4	5	0,5	0,25	0,03	60	29	Остальное
5	0,3	4	5	0,5	0,25	0,03	70	29	Остальное
6	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	30	29	Остальное
7	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	40	29	Остальное
8	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	50	29	Остальное
9	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	60	29	Остальное
10	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	70	29	Остальное
11	0,5	4	5	0,5	0,25	0,03	30	29	Остальное
12	0,5	4	5	0,5	0,25	0,03	40	29	Остальное
13	0,5	4	5	0,5	0,25	0,03	50	29	Остальное
14	0,5	4	5	0,5	0,25	0,03	60	29	Остальное
15	0,5	4	5	0,5	0,25	0,03	70	29	Остальное

№ состава	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	T, с	СНС <sub>1/10</sub> , дПа	$\Phi$ , см <sup>3</sup> /30 мин	Стабильность, кг/м <sup>3</sup>	$\tau_0$ , Па	K, Па·с <sup>n</sup>	n
1	1360	43	54/59	6	19	7,7	0,36	0,6233
2	1440	68	61/65	4	21	8,5	0,42	0,6146
3	1520	89	74/78	4	21	13,5	0,78	0,5917
4	1560	125	89/94	3	23	13,1	0,95	0,5931
5	1640	134	105/109	3	25	14,5	1,22	0,5985
6	1360	56	66/68	5	17	12,1	0,42	0,6589
7	1440	78	81/85	5	16	16	1,35	0,6518
8	1520	93	91/95	3	19	16,2	0,81	0,6347
9	1560	109	104/109	2	21	18,5	1,14	0,6185
10	1640	142	120/131	3	23	19,1	0,83	0,6297
11	1360	64	72/75	3	17	10,9	1,16	0,7253
12	1440	89	89/94	3	17	14,3	1,25	0,7119
13	1520	107	95/115	2	18	19,9	1,74	0,6928
14	1560	126	124/129	3	20	28,1	1,46	0,6571
15	1640	154	145/149	2	20	30,9	1,85	0,6524

№ состава	КК-"Робус"	КМК	КСI	Сода	Катамин АБ	Пента	Указанный шлак	Вода
16	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	15	Остальное
17	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	26	Остальное
18	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	40	Остальное

19	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	53	Остальное
20	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	66	Остальное
21	0,4	4	5	0,5	0,25	0,03	80	Остальное

5

Таблица 4

№ состава	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	T, с	СНС <sub>1/10</sub> , дПа	$\Phi$ , см <sup>3</sup> /30 мин	Стабильность, кг/м <sup>3</sup>	$\tau_0$ , Па	K, Па·с <sup>n</sup>	n
16	1080	44	19/24	5	6	0,01	0,876	0,59
17	1190	50	34/39	6	11	1,59	1,57	0,52
18	1270	74	54/60	4	16	2,86	1,88	0,43
19	1340	96	86/92	6	21	4,62	2,49	0,49
20	1490	120	122/129	3	28	5,78	3,51	0,45
21	1540	143	135/143	3	32	8,22	4,23	0,43

10

15

Таблица 5

Составы растворов	"фильтрат-воздух"		"фильтрат-нефть"	
	Температура, °С			
	20	60	20	60
	Поверхностное натяжение, мН/м			
Дистиллированная вода	73	68	16	13
Глина 4% + ПАА 0,4% + КС1 2,0 + КМЦ 0,2 + оксиэтилцеллюлоза 0,20	59,5	56	15	12
ПАА 0,3% + целлюлоза 0,2% + силикат натрия 1,5%	48,5	41,6	23	17
Глина 5% + КМЦ-900 0,3% + КС1 5% + КОН 0,3% + КССБ-2М 0,3% + ДСБ-4ТТП 0,5 + праестол 0,004 (прототип)	41,5	38,6	8,5	6,8
КК-"Робус" 0,3% + КМК 4% + КС1 5% + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,5% + Катамин АБ 0,25% + Пента 0,03% (заявляемый раствор)	39,5	35	6	4,5

20

25

30

### Формула изобретения

1. Безглинистый утяжеленный буровой раствор, содержащий реагент стабилизатор, ингибитор - хлорид калия, регулятор рН, утяжелитель и воду, отличающийся тем, что он дополнительно содержит структурообразователь ксантановый биополимер КК - "Робус", бактерицид алкилдиметилбензиламмоний хлорид Катамин АБ, пеногаситель на основе органомодифицированных силиконов и органических компонентов Пента-461, при этом в качестве реагента стабилизатора содержит карбоксиметилированный крахмал, в качестве регулятора рН - кальцинированную соду, а в качестве утяжелителя - барит или шлак, получаемый при выплавке ферромолибдена, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

35

40

КК - "Робус"	0,3-0,5
Карбоксиметилированный крахмал	3-4
Хлорид калия	4-5
Кальцинированная сода	0,5-0,7
Алкилдиметилбензиламмоний хлорид	
Катамин АБ	0,03-0,05
Барит	30-70
Пента-461	0,02-0,06
Вода	остальное

45

50

или, мас. %:

КК - "Робус"	0,3-0,5
Карбоксиметилированный крахмал	3-4



	Хлорид калия	4-5
	Кальцинированная сода	0,5-0,7
	Алкилдиметилбензиламмоний хлорид	
	Катамин АБ	0,03-0,05
5	Шлак, получаемый при выплавке ферромолибдена	15-80
	Пента-461	0,02-0,06
	Вода	Остальное

10 2. Буровой раствор по п.1, отличающийся тем, что он содержит пресную воду с добавкой хлорида натрия до плотности 1180 кг/м<sup>3</sup>.

15

20

25

30

35

40

45

50